

Treball de Fi de Màster

Màster en Enginyeria Industrial

Anàlisi de la capacitat d'emmagatzematge i proposta de millora dels processos productius d'un magatzem logístic d'alta rotació

MEMÒRIA

Autor: Josep Casas Tuneu
Director: Pablo Pujadas Alvarez
Convocatòria: Juny 2020



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

En el present projecte s'analitza el procés d'aprovisionament i el procés de preparació de comandes del magatzem logístic que l'empresa Famatel té a Montcada i Reixac.

L'objectiu principal serà quantificar i detallar el problema existent de capacitat dins del magatzem logístic per a, posteriorment, poder plantejar diferents propostes de millora. Es definirà una metodologia estàndard pel càlcul de la capacitat del magatzem i l'anàlisi de les variacions que aportin els diferents escenaris estudiats.

En la primera part es farà una breu introducció a l'empresa i a la seva gamma de productes.

Tot seguit es farà una descripció detallada del funcionament, zones i processos dels que disposa el magatzem així com del recorregut que segueixen els articles dins d'ell.

A continuació, es realitzarà una descripció a nivell teòric de la metodologia de gestió d'estocs per aprovisionament periòdic i aprovisionament per punt de comanda i els conceptes que en deriven d'ells per al seu posterior ús.

Es recolliran dades d'articles disponibles durant l'any 2019 per a poder calcular l'estoc mig i l'estoc màxim per zones del magatzem. Amb aquests valors, les dades de venda i certs factors correctors, es realitzarà una simulació de la capacitat del magatzem.

Per altra banda, es realitzarà un estudi de temps en la preparació de les comandes i tots els processos que intervenen per tal de millorar el rendiment i el nivell de servei.

Finalment es realitzaran les propostes de millora i es mostraran les expectatives de resultats amb la seva implementació, aquests resultats són valorats econòmicament determinant la justificació de la inversió requerida en cada cas.

El treball realitzat correspon a un projecte tècnic que no produeix cap mena d'alteració al medi ambient per tant l'impacte ambiental s'ha avaluat com a inexistent.

És important indicar que s'ha cuidat no afectar les metodologies estàndard definides per Famatel per a tots els seus centres, existint millores que sense necessitat de requerir una gran inversió, afavoreixen l'acompliment d'aquest magatzem.

Sumari

SUMARI	4
1. GLOSSARI	7
2. PREFACI	8
2.1. Origen del projecte.....	8
2.2. Motivació.....	9
2.3. Requeriments previs.....	9
3. INTRODUCCIÓ	10
3.1. Objectius del projecte	10
3.2. Abast del projecte	11
4. INTRODUCCIÓ A L'EMPRESA	12
4.1. Introducció als processos de l'empresa.....	13
4.2. Introducció als productes de l'empresa	14
4.2.1. Gamma domèstica.....	14
4.2.2. Gamma industrial.....	21
4.3. Plantes de producció	25
5. MAGATZEM DISTRIBUÏDOR LOGÍSTIC	27
5.1. Organització del magatzem	27
5.2. Recepció.....	31
5.2.1. Descàrrega de mercaderies.....	31
5.2.2. Inspecció i acceptació.....	31
5.3. Emmagatzematge.....	32
5.3.1. Reposició de material.....	33
5.4. Preparació de Comandes	33
6. ANÀLISI GESTIÓ D'ESTOCS	36
6.1.1. Anàlisi taxa de servei	36
6.2. Anàlisi ABC dels productes.....	38
6.3. Gestió d'estocs actual.....	40
6.4. Proposta gestió estocs.....	41
6.4.1. Aprovisionament periòdic.....	41
6.4.1.1. Definició de paràmetres i notació bàsica	42
6.4.1.2. Càlcul de l'estoc de seguretat	44
6.4.1.3. Càlcul de la mitjana no atesa per cicle	45

6.4.2.	Aprovisionament per punt de comanda.....	46
6.5.	Identificació de la distribució de la demanda.....	48
6.5.1.	Naturalesa de la demanda.....	49
6.6.	Càlcul gestió d'estoc.....	49
6.6.1.	Cost de llançament: C_L	50
6.6.2.	Cost adquisició: C_A	50
6.6.3.	Cost possessió: C_S	50
6.6.4.	Cost de ruptura: C_R	51
6.7.	Exemple càlcul.....	52
6.7.1.	Predicció demanda.....	52
6.7.2.	Càlcul.....	53
6.7.2.1.	Aprovisionament periòdic.....	53
6.7.2.2.	Punt de comanda.....	56
6.8.	Resultats.....	58
7.	ESTUDI TEMPS DE PICKING	60
7.1.	Millora recorregut picking.....	64
7.1.1.	Situació actual.....	64
7.1.2.	Nova situació.....	65
7.2.	Reposicions.....	67
7.2.1.	Operativa actual de les reposicions.....	67
7.2.2.	Simulació de les reposicions.....	68
7.2.3.	Nova proposta.....	71
7.2.3.1.	Estudi alternativa.....	72
7.3.	Increment de la capacitat.....	74
8.	ANÀLISI D' IMPACTE AMBIENTAL	77
8.1.	Emissions acústiques i vibracions.....	78
8.2.	Generació de residus.....	79
9.	ESTUDI ECONÒMIC	80
	CONCLUSIONS	82
	AGRAÏMENTS	84
	BIBLIOGRAFIA	85
	Referències bibliogràfiques.....	85
	Bibliografia complementària.....	85

1. Glossari

Classificació ABC: mètode de classificació utilitzat en gestió d'inventaris. Classifica els productes en funció de la seva rotació mitjançant el principi de Pareto.

FIFO: criteri de flux de producte dins d'un magatzem que consisteix en vendre primer aquell producte que ha entrat abans al magatzem. Les sigles provenen de l'anglès "*First In, First Out*".

LIFO: criteri de flux de producte dins d'un magatzem que consisteix en vendre primer aquell producte que ha entrat més tard al magatzem. Les sigles provenen de l'anglès "*Last In, First Out*".

Picking: tasca de recollir unitats d'un o diversos articles, emmagatzemats en diferents ubicacions, que han de destinar-se a la preparació de comandes.

L: termini d'entrega. Temps entre que es realitza una comanda i el producte és rebut al magatzem.

T: període d'aprovisionament. Periodicitat en que es realitza una comanda.

2. Prefaci

Aquest projecte neix de l'enfoc que es dona a una empresa en un moment de canvi. Un enfoc que vol tenir en compte que els anys propers seran clau per a la consolidació de la mateixa. Famatel, és una empresa de fabricació de material elèctric amb seu a Lliçà de Vall. Amb més de 25 anys d'història, sempre ha tingut una mentalitat de creixement que l'ha portat a ser molt competitiva a nivell nacional i a guanyar terreny, cada cop amb més força, al mercat internacional.

A principis de l'any 2019, el volum de treball que tenia Famatel no era gestionable de la manera que s'havia fet des dels inicis de l'empresa. Amb l'entrada d'un nou equip directiu, comença una transformació que té com a objectiu millorar el servei als clients i fer la gestió dels fluxos interns de productes el més òptima possible.

Aquest projecte, titulat *ANÀLISI DE LA CAPACITAT D'EMMAGATZEMATGE I PROPOSTA DE MILLORA DELS PROCESSOS PRODUCTIUS D'UN MAGATZEM LOGÍSTIC D'ALTA ROTACIÓ*, intentarà proposar una nova gestió dels fluxos interns del magatzem de Montcada i Reixac així com la gestió dels estocs, per tal de contribuir a aquest procés de transformació cap a un model d'empresa més eficient.

2.1. Origen del projecte

Una distribuïdora de material elèctric necessita disposar d'una altíssima varietat de referències i ser capaç de distribuir-les en 48 hores. El risc de no poder servir el producte comporta la pèrdua d'ella ja que el sector distribuïdor elèctric espanyol gaudeix d'una gran competència.

Ha d'intentar realitzar aquesta tasca ajustant al màxim els nivells d'estoc ja que un mala planificació en aquest sentit es tradueix en grans costos d'emmagatzematge. En l'equilibri entre el nivell de servei que es pot donar al client i el volum d'estoc emmagatzemat es troba un dels valors afegits de l'empresa.

Per a emmagatzemar una varietat tan gran de productes és necessari optimitzar l'ocupació del magatzem en funció de la rotació i la tipologia dels seus articles.

S'inicia aquest projecte amb la finalitat de trobar un model d'aprovisionament que permeti millorar la ocupació dels contenidors d'emmagatzematge i, per tant, del magatzem.

2.2. Motivació

L'Enginyeria Industrial pot derivar en multituds de disciplines gràcies a les seves intensificacions. Degut al meu interès en els processos que es duen a terme en la producció de qualsevol producte i a les diferents metodologies de millora d'aquests, vaig decidir cursar el màster en enginyeria industrial especialitat organització industrial. Poder realitzar el Treball Final de Màster sobre un tema totalment alineat amb la intensificació estudiada durant els estudis d'Enginyeria Industrial és un factor important a l'hora de decidir emprendre aquest projecte.

Gràcies a un conveni de pràctiques, em va sorgir la oportunitat de conèixer el món de la producció i la distribució, en un magatzem logístic. L'empresa em va oferir la possibilitat de realitzar el projecte basat en la problemàtica existent en els processos del magatzem, i de l'organització interna d'aquest en el magatzem distribuïdor central de Montcada i Reixac. Era una gran oportunitat per realitzar un projecte que em permetria aprendre del món professional, ampliar coneixements i enriquir-me de noves experiències.

La realització d'aquest projecte m'ha permès aprofundir en els coneixements de l'organització industrial, les diferents metodologies de treball i processos que existeixen dins d'un magatzem i en les peculiaritats que pot presentar.

2.3. Requeriments previs

Inicialment cal conèixer com treballa l'empresa, quina és l'estructura organitzativa de la planta de producció i la metodologia de treball. Aquests són els primers requisits necessaris per començar el projecte. Per entendre correctament el funcionament, és necessari d'un període de formació i adaptació a l'empresa, així com conèixer a les persones i les tasques que realitzen.

Un cop coneguda l'empresa i les seves peculiaritats, són necessaris coneixements teòrics de *Metodologies de millora de processos i control d'estocs* per a poder proposar millores al sistema actual. Gràcies al treball diari, a les qüestions que sorgeixen durant el dia a dia, a les converses amb el tutor i a la gran experiència i coneixement de les persones que realitzen les tasques de l'empresa, s'adquireixen les nocions necessàries per a desenvolupar el present projecte.

La combinació tant dels coneixements teòrics, com la noció del funcionament de l'empresa, requereixen d'una bona organització de les tasques a desenvolupar, per fer possible la realització del projecte.

3. Introducció

La logística té com a objectiu principal fusionar totes i cadascuna de les activitats involucrades amb el flux de material, persones, diners o informació, des de la compra de matèria primera, processament d'aquesta, emmagatzematge fins a la distribució, transport i lliurament al consumidor final, sense perdre mai les normes de qualitat per a així oferir un producte d'alta excel·lència.

Famatel utilitza un magatzem per a la distribució dels seus productes; en l'operativa d'un centre logístic, el procés de retirar productes de les zones d'emmagatzematge en resposta a una comanda específica del client (De Hoster et al. 2006) és típicament una de les activitats més intensives en temps i mà d'obra; de fet, diversos autors coincideixen a establir que més d'un 50% dels costos d'operació d'un magatzem estan relacionats amb el procés de preparació de comandes (Bartholdi i Hackman, 2007; Petersen i Aase, 2004; Jarvis i McDowell, 1991), però a més de l'impacte dels seus costos, aquesta operativa del magatzem es considera important per la seva connexió directa amb la satisfacció del client final.

3.1. Objectius del projecte

El propòsit principal d'aquest projecte és simular i extreure conclusions de propostes de millora de l'ocupació d'un magatzem per a poder aplicar-les a curt termini.

Es vol impedir la saturació del magatzem i, sobretot, la que pateix la platja de recepcions. Per evitar aquest fenomen s'intentarà establir un bon sistema d'aprovisionament i planificació.

Es pretén calcular detalladament el flux dels productes així com els processos que es realitzen al magatzem per a poder augmentar el rendiment operatiu. Amb aquestes dades es vol crear un retrat fidedigne de la situació del magatzem l'any 2019 i principis del 2020.

Un cop aquesta s'hagi descrit amb exactitud es definiran propostes de millora basades en canvis en l'aprovisionament del magatzem. Es pretén crear una metodologia estàndard per a poder calcular les l'ocupació del magatzem i simular l'estoc i la capacitat global del magatzem. També es vol posar èmfasi en la tipologia dels productes així com en la seva rotació a l'hora d'analitzar els resultats.

Trobar un model d'aprovisionament que permeti eliminar estocs intermedis, facilitar la tasca de picking, assegurar les reposicions de productes rebuts i donar un millor servei al client

sense repercutir excessivament en els costos d'emmagatzematge és la finalitat última del treball.

3.2. Abast del projecte

En el següent projecte s'analitzarà la influència d'aprovisionament en la capacitat d'emmagatzematge d'un magatzem distribuïdor amb un gran ventall de productes.

El departament d'on sorgeix la necessitat de realitzar aquest projecte és el d'aprovisionament, planificació i logística englobat dins del d'Operacions. Afecta a la metodologia emprada en la seva gestió ja que la proposta es basa en canvis en el mida de la compra i el període d'aprovisionament (Model d'aprovisionament). Algunes d'elles permet definir els períodes d'aprovisionament en funció de cada article, canviant la metodologia actual.

Pel que fa als processos englobats dins del flux de materials, el projecte afecta a tots i cadascun d'ells. En el procés de reposicions i picking és on es troba la causa del baix nivell de servei i, per tant, és la principal via de millora.

4. Introducció a l'empresa

Fundada l'any 1991 a la població de Montcada i Reixac per una família d'empresaris metal·lúrgics, Famatel (acrònim de Fabricació de Material Elèctric) va néixer amb l'objectiu d'oferir producte elèctric de petit format a nivell nacional. Va ser la primera empresa de l'estat en utilitzar termoplàstic en la fabricació de petit material elèctric, una producció que fins al moment es feia amb baquelita.

Actualment, la seu principal de l'empresa és a Lliçà de Vall. Al llarg dels anys, aquesta planta matriu, que es coneix com Ertalplast, ha anat treballant amb diversos tallers de suport subcontractats, que a finals de l'any 2019 són els següents: Apasomi, CEO, Intelami, Suter, Asproseat, Procom Plàstics i Park Injecció. Al mateix temps, ha anat creixent amb l'adquisició de diverses plantes i centres.

Primer es va comprar la planta localitzada a Peralta de la Alcofea, una petita població d'Osca. Més tard, es van obrir diverses seus internacionals, que en l'actualitat són set: Famatel France, Famatel UK, Famatel USA, Famatel Polska, Famatel CZ, Famatel Bulgària i Rosi (Itàlia). Mentre que les cinc primeres són filials purament comercials, Bulgària i Rosi són plantes on, igual que a les plantes de Lliçà i Peralta, s'hi fabrica material semi-elaborat o de producte acabat. Finalment, Famatel també és propietària d'una planta purament de producció a Xina. S'anomena Famatel Ningbo i està ubicada a la província de Zhejiang, al sud de Xangai.

Pel que fa als magatzems des dels quals s'expedeixen les comandes, n'hi ha dos: un a Montcada, antiga seu de l'empresa i des d'on s'expedeixen les comandes nacionals, i un altre a Polinyà, adquirit a principis de 2019 i des d'on surten les comandes internacionals. Així doncs, un simple esquema del grup seria el següent (Figura 4.1):

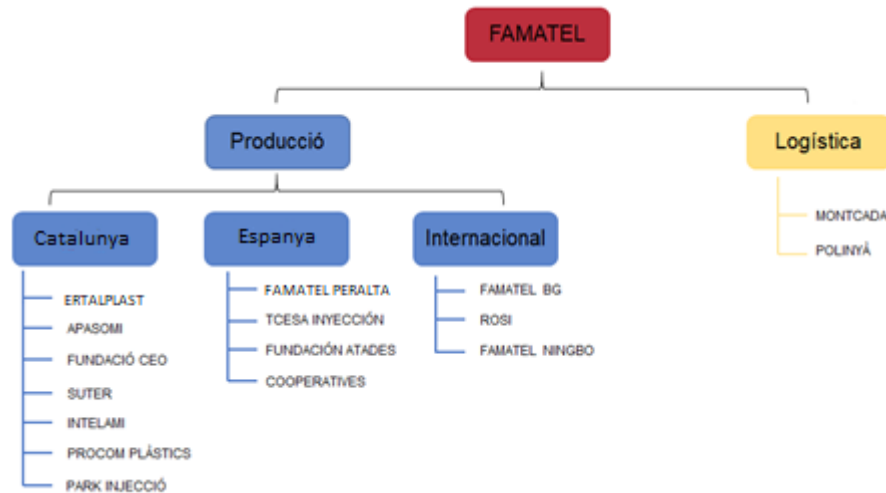


Figura 4.1 Esquema de plantes i magatzems Famatel

Com ja s'ha comentat, l'objectiu d'aquest treball és dur a terme una anàlisi de la gestió dels estocs i del procediment de picking per tal de millorar la taxa de servei. Per fer aquest estudi d'una manera clara i entenedora, és essencial comentar primer quins processos interns de fabricació existeixen, quin tipus de producte ofereix Famatel i amb quins centres es treballa. A continuació s'explicaran aquests 3 punts.

4.1. Introducció als processos de l'empresa

Abans de comentar amb profunditat quins productes s'ofereixen, cal mencionar com es fabriquen. Tots els productes que fabrica Famatel tenen dues operacions principals en el seu procés de fabricació:

- **La injecció:** Fase en la que es produeix el component plàstic semielaborat que després formarà part d'un producte final. Generalment, s'utilitza ABS o policarbonat com a matèria plàstica primera. En el cas de l'ABS, es complementa amb un colorant "màster" per donar color a la peça.
- **El muntatge:** Fase en la que s'uneixen els diversos components plàstics per elaborar el producte final. Els diversos complements metàl·lics que es puguin necessitar (cargols, guies, etc.) són elements que Famatel compra a proveïdors externs.

En general, la operació de muntatge es duu a terme al mateix centre on s'ha fet la fase d'injecció, o en centres propers a aquest.

A banda d'aquestes operacions principals, existeixen dues més d'addicionals que es poden fer després del muntatge:

- **L'Emblistatge:** Consisteix en empaquetar un o diversos productes de la gamma domèstica de productes en un estoig de plàstic transparent. Així s'obté la família de productes de Productes Emblistats, que es comentarà més endavant. Es duu a terme en centres catalans, malgrat que es treballa amb components que generalment provenen de centres espanyols i internacionals.
- **La Personalització:** A petició de clients importants, es posen logotips i bosses d'accessoris específics a certes referències d'Armaris Acqua Plus i Caixes Magna, que es veuran mes endavant. Es realitza en centres catalans.

Un cop especificades les operacions del procés productiu, es detalla a continuació quins productes ofereix Famatel.

4.2. Introducció als productes de l'empresa

Famatel és una empresa que en els seus inicis es dedicava a la fabricació de petit material elèctric d'ús domèstic. A mesura que anava creixent, va anar diversificant el seu catàleg, ampliant la gamma de productes per la llar i afegint una altra gamma de industrials.

A continuació, s'expliquen els diversos tipus de producte que s'ofereix dins de cada gamma.

4.2.1. Gamma domèstica

La gamma domèstica està formada per diversos productes d'ús quotidià en una llar. Bàsicament, es tracta de material elèctric de mida generalment reduïda i de proteccions de cables i connexions elèctriques. Excepte allà on s'especifica, són productes d'importació de la fàbrica xinesa de Famatel Ningbo, on es realitzen les operacions de injecció i muntatge corresponents. Es divideixen en les següents subfamílies de productes:

- **Interruptors i mecanismes:** Són tots aquells que tenen un sistema d'accionament per deixar passar la corrent i permetre l'engegada d'un dispositiu. Els components s'importen de Xina, i el seu muntatge es duu a terme a Peralta. Dins d'aquesta subfamília hi ha diversos tipus de interruptors:
 - Interruptors de superfície IP55: Són aquells que poden suportar condicions de l'exterior d'un edifici. Es componen d'una carcassa exterior que protegeix dels agents atmosfèrics i d'una porta amb membrana transparent i flexible, que permet el seu accionament. (Figura 4.2).



Figura 4.2 Interruptor de superfície IP55 (font: Famatel)

- Interruptors de superfície: Són els interruptors normals i corrents per obrir el llum d'una habitació. Se'n distingeixen dues series, la sèrie 8000 i la sèrie 5000, anomenades així per la referència bàsica dels diversos tipus que existeixen. Entre elles només es diferencien en la mida (Figura 4.3):



Figura 4.3 Interruptor de superfície (font: Famatel)

- Interruptors de pas: Son tot aquell tipus d'interruptors en forma de polsador, típicament usats en aparells que s'accionen amb el peu (Figura 4.4):



Figura 4.4 Interruptor de pas (font: Famatel)

- **Preses de Corrent:** Aquesta subfamília es compon de tot tipus de preses o endolls de petit format. N'hi ha de diversos tipus, explicats breument a continuació.
 - **Endolls amb cable:** Coneguts popularment com a “lladres”, són tot aquell tipus de regletes amb diversos endolls. Dins de la variada gamma que ofereix Famatel n'hi ha de plàstic i de metàl·lics, amb interruptor (Figura 4.5) i sense, i amb connexions europees i angleses.



Figura 4.5 Presa de corrent amb cable i interruptor (font: Famatel)

- **Endolls sense cable:** Semblants als anteriors, però sense cable. S'ofereixen diferents mides, amb diverses quantitats de preses (Figura 4.6).



Figura 4.6 Presa de corrent única sense cable (font: Famatel)

- **Prolongacions i enrotllacables:** Tots aquells productes que serveixen d'extensió per connectar un aparell a un endoll que no és pròxim. S'ofereixen diferents models de connectors (plans, rodons,...), amb cables de diverses longituds. Pel que fa als enrotllacables, la prolongació queda recollida en una bobina que disposa d'endolls per tal de connectar-hi els aparells. Se n'ofereixen de diverses longituds i múltiples nombres i tipus d'endolls (Figura 4.7). Són injectats i muntats a la filial italiana de Rosi.



Figura 4.7 Enrotllacables europeu de quatre endolls (font: Famatel)

- **Adaptadors:** Són tots aquells productes que serveixen per permetre una connexió que de manera directa no seria possible. S'ofereixen tan aquells adaptadors que connecten directament amb el cable (Figura 4.8) com aquells que permeten dur a terme diverses connexions alhora (Figura 4.9).



Figura 4.8 Adaptador de cable (font: Famatel)



Figura 4.9 Adaptador triple (font: Famatel)

- **Portalàmpades:** Dispositius on es col·loca una bombeta incandescent (Figura 4.10). N'hi ha de baquelita, metàl·lics i de ceràmica. Aquests últims es fabriquen a Famatel Peralta, degut a l'estreta relació de Famatel amb l'empresa de ceràmica Keraco, ja que comparteixen la mateixa nau industrial. La resta, provenen de Xina.



Figura 4.10 Portalàmpades de baquelita (font: Famatel)

- **Productes d'il·luminació:** Subfamília composta per dos tipus de productes, els projectors i les làmpades portàtils (Figura 4.11). Els primers es munten a Peralta, i les làmpades portàtils es fan al taller extern Suter. Els components provenen de la Xina, excepte les parts metàl·liques que es compren a un proveïdor nacional.



Figura 4.11 Làmpada portàtil amb cable (font: Famatel)

- **Canals:** Regletes protectores de cables i connexions (Figura 4.12). Se n'ofereixen de diverses mides, complementats amb accessoris com reforços per les unions i caixes de protecció. La matèria prima s'importa de Xina en forma de canals de diversos metres de llargada, i es retreballa als tallers Suter i Intelami per fer seccions més curtes i empaquetar segons client.

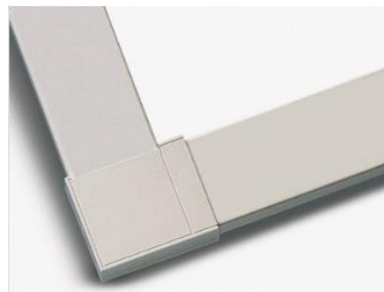


Figura 4.12 Canal i unió reforçada (font: Famatel)

- **Fixacions:** Tots aquells complements metàl·lics i plàstics que ajuden a fixar els cables i/o tubs (Figura 4.13). Al ser un component metàl·lic es compra a proveïdors nacionals.



Figura 4.13 Grapa metàl·lica (font: Famatel)

- **Quadres residencials IP40:** Son els armaris de diferencials que es poden trobar a tots els habitatges. Els models principals son els anomenats “Sèrie NUOVA” i “Sèrie VITA”. Es componen d’una base, una carcassa i una porta que, en general, s’injecten i es munten a Ertalplast. Entre ells, es diferencien en el disseny d’aquests components, com es pot veure en les següents imatges (Figura 4.14 i Figura 4.15):



Figura 4.14 Armari de la sèries NUOVA (font: Famatel)



Figura 4.15 Armari de la sèries VITA (font: Famatel)

A banda de tot aquest material, hi ha una altra família que s'ha desenvolupat en els últims anys. Es tracta de la família de Productes Emblistats, que consisteix en elements de mida reduïda, com ara els portalàmpades o les fixacions, que són empaquetats dins d'un estoig de plàstic anomenat *blister* (Figura 4.16). L'operació d'emblistatge es duu a terme al centre d'ocupació de discapacitats Asproseat, localitzat a l'Hospitalet de Llobregat.



Figura 4.16 Endoll sense cable emblistat (font: Famatel)

4.2.2. Gamma industrial

Aquesta gamma de productes, malgrat sortir al mercat més tard que la gamma domèstica, conté els que es podrien qualificar com a productes estrella de Famatel. Es fabriquen internament o es compren a proveïdors internacionals

Són els següents:

- **Armaris industrials:** Són tots aquells armaris de connexions que es poden trobar en instal·lacions elèctriques industrials. Juntament amb els Quadres IP65, que es comenten més avall, són el producte industrial més important de Famatel. Estan formats per una base, una porta i una carcassa. En general, tots tres s'injecten i es munten a la planta Ertalplast, si bé en ocasions algun dels tallers externs ofereix suport en certes operacions. La carcassa s'ofereix té dues versions. Pot ser cega, de manera que només es poden instal·lar només diferencials al l'interior de l'armari, o foradada, per tal d'instal·lar-hi també preses de corrent. A més, l'armari pot incloure altres accessoris com ara fixacions o altres components metàl·lics. Aquests es compren a

proveïdors locals, mentre tant els diferencials i les preses de corrent s'acostumen a comprar a proveïdors de l'est d'Europa. D'altra banda, s'ofereixen armaris



Figura 4.17 Armari industrial amb diverses preses de corrent (font: Famatel)

personalitzats coneguts com “CPO’s” (Figura 4.17) on el client especifica quins diferencials i preses de corrent vol que tingui l’armari.

- **Preses i endolls industrials:** Productes que permeten dur a terme les connexions elèctriques de gran format (Figura 4.18). En el cas dels endolls, (“clavijas” en castellà), la majoria s’importen de països de l’est d’Europa. Els que es munten a Catalunya es fan al taller Suter, amb components que es compren a proveïdors dels mateixos països. Pel que fa a les preses de corrent, la majoria es fabriquen a la planta de Famatel Bulgària, o a la de Rosi (Itàlia), tot i que alguns models en concret es compren a proveïdors d’Europa de l’est, com en el cas dels endolls. Així mateix, s’ofereixen també en forma d’enrotllacables, que es fabriquen a Rosi (Itàlia).



Figura 4.18 En blau un endoll i en vermell una presa de corrent (font: Famatel)

- **Quadres de distribució IP65:** Són armaris similars als industrials, però sense la

possibilitat de connectar-hi preses de corrent. Hi ha tres tipus principals:

- Caixes Magna: Són quadres de distribució de mida gran (Figura 4.19). Estan formats per una base i una porta cega. Es van desenvolupar conjuntament amb la firma turca *Çetinkaya Pano*, i es va arribar a l'acord que es fabricarien a la planta d'Istanbul d'aquesta empresa. Hi ha dues variants de cada model. D'una banda, la variant Famatel, que ve marcada amb el logotip de l'empresa. De l'altra, la variant "neutra", que no té cap logotip i es personalitza amb tampografies i accessoris a demanda de diversos clients. Els retreballs es fan o bé a Ertalplast o als Tallers Externs catalans amb què treballa Famatel.



Figura 4.19 Armari Magna neutre (font: Famatel)

- Armaris Acqua: Són aquelles caixes de connexions de format petit i mitjà (Figura 4.20). Es componen d'una base, una carcassa i una porta que s'injecten a Ertalplast, mentre que el muntatge es fa a Apasomi. Ofereixen un grau de protecció més elevat que les caixes Magna, ja per que per accionar els diferencials de l'interior no cal obrir l'armari sencer posant a vista totes les connexions



Figura 4.20 Armari Acqua amb porta transparent (font: Famatel)

- **Armaris Acqua Plus:** De format semblant als Acqua, però de mida equivalent a les Caixes Magna (Figura 4.21). Com aquests últims, es fabriquen a Turquia en variants Famatel i neutra, i en certs casos son personalitzats a Ertalplast o als Tallers Externs catalans.



Figura 4.21 Armari Acqua Plus (font: Famatel)

- **Caixes Estanques:** Es tracta de tota aquella subfamília de productes que són caixes de connexions de petit format (Figura 4.22). Els articles principals són les formades per una base i una tapa cega, amb o sense cons, tot i que hi ha altres variants amb tapa transparent o amb cons especials. És el producte que té un procés de fabricació més caòtic, repartit entre diversos centres catalans i espanyols.



Figura 4.22 Caixa estanca cega amb cons (font: Famatel)

- **Caixes de derivació:** Són tots aquells models de caixa i recipients que s'instal·len encastats en una paret, i que serveixen per fer connexions i/o recollir cable sobrant sense que aquest sobresurti. S'ofereixen diverses mides, tant per parets de maó com

de pladur (Figura 4.23), amb tapa o sense. Entre elles es diferencien perquè els models destinats a parets de pladur porten unes grapes externes que ajuden a fixar-les en aquest material, molt més tou que el ciment o el maó. La fabricació es duu a terme a Famatel Peralta, malgrat que en casos de necessitat s'ha donat suport des de la planta d'Ertalplast.



Figura 4.23 Caixa de derivació sense tapa per a paret de pladur (font: Famatel)

4.3. Plantes de producció

En aquest apartat s'aprofundirà en cada un dels centres de Famatel, o d'aquells que treballen per a l'empresa amb l'objectiu de conèixer on es fabrica cada producte per després aprofundir en la gestió dels estocs de l'empresa.

A nivell estatal hi ha 2 grans plantes de producció:

- **Famatel Lliçà de Vall:** també conegut amb el nom de Ertalplast, o simplement Ertal. Principalment es dedica a la injecció i muntatge de Quadres IP40, Armaris Industrials, Caixes Estanques i certes personalitzacions d'Armaris Acqua Plus i Caixes Magna. Des d'aquest centre, es treballa estretament amb tallers externs (Apasomi, Fundació CEO, Intelami, Suter i Asproseat) que ofereixen suport a ambdues operacions. Aquests tallers col·laboren amb gent amb capacitats diferents o amb risc d'exclusió social. A tots ells és Famatel qui subministra els components i matèries primeres, normalment des de la pròpia planta d'Ertalplast.
- **Famatel Peralta:** Disposa de centre d'injecció propi i comparteix la planta de muntatges amb l'empresa Keraco, dedicada a la fabricació de ceràmiques. De fet, tant aquesta empresa com Famatel pertanyen a la mateixa família d'empresaris. Tenen assignades les operacions d'injecció i muntatge dels portalàmpades ceràmics i certs Armaris Industrials, així com el muntatge dels interruptors.

Finalment, i a banda de les filials comercials internacionals, hi ha tres plantes de producció de Famatel a l'estranger, que són les següents:

- **Famatel Bulgària:** Sucursal que disposa de plantes d'injecció i muntatge, s'encarrega

de la fabricació de productes d'ambdues gammes. Pel que fa la gamma domèstica, injecten i munten els components de la família d'extensions i enrotllacables, mentre que per a la gamma industrial, s'encarreguen de la producció de part de la família de preses elèctriques.

- **Famatel Ningbo:** Planta que s'encarrega de la producció de petit material elèctric que, en general, pertany a la gamma domèstica del catàleg de productes.
- **Rosi Materiale Elettrico:** Es tracta d'una sucursal diferent a les anteriors, ja que és una empresa de material elèctric que es va adquirir fa uns anys. La relació entre companyies és bilateral, és a dir, Rosi subministra material a Famatel (en general, preses elèctriques) i Famatel ofereix producte acabat a Rosi.

Tota la producció que surt de qualsevol dels tallers de Famatel esmentats s'expedeix des d'un dels dos magatzems de producte acabat de l'empresa. Són els següents:

- **Magatzem de Montcada (MG1):** És l'antiga seu de l'empresa, i serveix com a magatzem producte final, seguint la metodologia *make to stock*. Des d'aquest magatzem s'expedeixen totes les comandes de clients de l'Estat Espanyol, Andorra i Portugal.
- **Magatzem de Polinyà (MG2):** Serveix de magatzem de producte acabat destinat a clients internacionals, seguint la metodologia *make to order*.

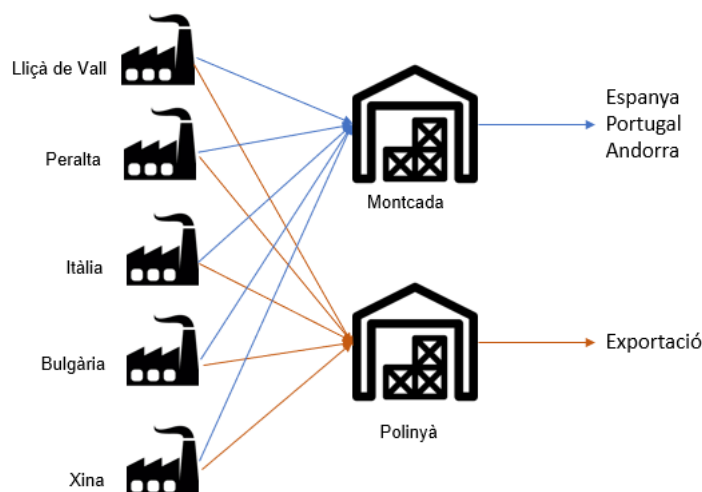


Figura 4.24 Cadena subministrament Famatel (font: elaboració pròpia)

5. Magatzem distribuïdor logístic

En els últims anys l'empresa ha augmentat el volum de treball i facturació, és per això, que al mes d'abril de 2019 es va incorporar a l'empresa un nou comitè directiu, format per un Cap d'Àrea Productiva i un Cap d'Àrea Logística. Juntament amb la Directora Financera, el Cap de l'Àrea de Compres i el Manager General, amb l'objectiu d'engegar nous projectes per modernitzar l'empresa i millorar tots els seus processos.

El present projecte estudia el magatzem distribuïdor logístic de Montcada i Reixac de l'empresa Famatel.

Per entendre l'estudi a realitzar es fa una descripció del magatzem i dels principals processos que es duen en aquest.

5.1. Organització del magatzem

El Magatzem de Montcada i Reixac, té una àrea total de 8 mil metres quadrats i està dividit en dos "submagatzems" amb l'objectiu de facilitar la preparació de les comandes. Un d'aquests està destinat exclusivament a la preparació de comandes per a un client, ja que aquest té unes condicions especials. L'altre submagatzem, que és el principal, és el destinat a emmagatzemar els productes i a preparar comandes per la resta de clients.

A la figura 5.1 es presenta l'esquema de layout d'aquesta nau:

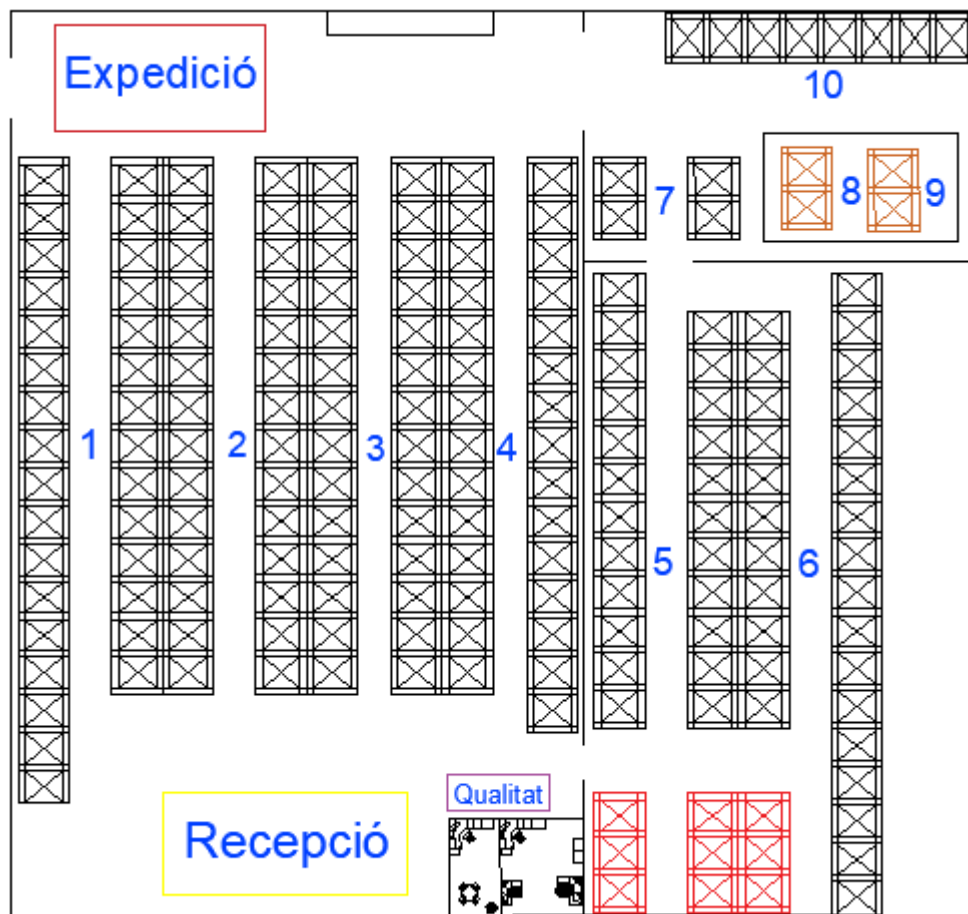


Figura 5.1 Esquema magatzem Montcada (font: elaboración pròpia)

Com es pot veure en la figura 5.1, de color groc hi ha la zona de recepció, que és l'espai on es deixen els palets un cop s'han descarregat del camió. De color lila hi ha la zona de qualitat, que és on es comprova que el material arriba amb els requisits preestablerts pel departament encarregat. La zona marcada amb vermell, correspon a l'àrea on es guarden els palets amb material defectuós que han estat rebutjats pel departament de qualitat.

A la zona d'expedició és on hi ha les impressores per treure les etiquetes del transportista i on s'ubica les comandes que ja estan preparades per entregar als clients.

Els passadissos de l'1 al 7, corresponen al submagatzem anomenat "magatzem de nacional" i els passadissos 8 i 9, pintats de color marró, corresponen al submagatzem anomenat "magatzem Leroy Merlin". Cal recordar que es fa aquesta diferenciació ja que aquestes dues parts, funcionen de manera diferent.

Pel que fa el magatzem de nacional, els passadissos 1 i 2 són els més amplis i per contra, els 3,4,5,6 són més estrets. Aquesta característica fa que sigui més fàcil transitar pels 2 primers passadissos que per la resta.

Els passadissos estan compostos per estanteries, una a cada costat d'aquest. Les estanteries estan dividides en dues seccions, la que correspon a zones d'emmagatzematge on es realitza la ubicació de palets complets que posteriorment seran utilitzats pel reaprovisionament de productes a la segona secció, o també anomenada àrea de picking. Aquesta àrea és la destinada a ubicar els productes per a que els operaris puguin preparar les comandes. És la zona ergonòmica de l'estanteria. Veure figura 5.2 i 5.3.



Figura 5.3 Estanteries palets. La part inferior correspon a la zona de picking i les superiors a la zona d'altura (font: Mecalux)

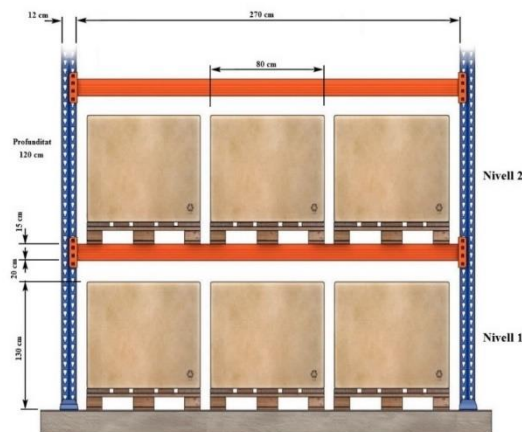


Figura 5.2 Dimensions estanteria per palets (font: Mecalux)

A la taula 5.1 es mostra d'una forma detalla totes les ubicacions de cada passadís i estanteria. S' ha de tenir en compte que cada ubicació equival al lloc que ocupa un palet europeu en el magatzem.

<i>Magatzem</i>	<i>Passadís</i>	<i>Picking</i>	<i>Altura</i>
<i>Magatzem Nacional</i>	1E	96	93
	1D	79	82
	2E	44	82
	2D	40	76
	3E	70	78
	3D	51	81
	4E	66	70
	4D	72	84
	5E	33	66
	5D	30	60
	6E	30	60
	6D	38	76
	7E	20	10
	7D	14	28
<i>Magatzem Leroy</i>	8E	14	-
	8D	14	-
	9E	12	-
	9D	8	16
<i>Consumibles</i>	10E	-	34

Taula 5.1 Ubicacions de picking i alçada segons passadís

A partir d'aquesta taula podem concloure que aquest magatzem té una capacitat per emmagatzemar 1727 palets europeus, 731 en zona de picking i 996 en ubicacions d'alçada.

Al magatzem de Leroy hi ha ubicades 110 referències que són les que té en catàleg aquest client. Cal indicar, que aquestes referències no són exclusives d'aquest client i també estan ubicades en el magatzem de nacional, és a dir, aquests productes tenen 2 ubicacions dintre el magatzem.

Pel què fa els productes, convé remarcar, que la gran majoria de productes es poden vendre amb 3 factors de conversió diferents, caixa (BX), estoig (ES) i unitat (UN). A més a més, hi ha d'altres que només es poden vendre en caixes o estoigs, és a dir no es pot obrir el paquet, o caixes i unitats. A tall d'exemple, la referència 3028 conté 90 unitats en una caixa i 6 unitats en un estoig. Aquest factor és important alhora de dimensionar el magatzem i definir el procés de preparació de comandes.

El següent punt a considerar és que es treballa amb un Sistema de Gestió de Magatzem (SGA) que guia tots els processos del magatzem. Cada operari té un terminal de radiofreqüència que indica tots els moviments a fer, tant de recepció, reposició, ubicació o preparació de comandes.

5.2. Recepció

És el primer pas de la cadena d'activitats tangibles desenvolupades pel Magatzem.

5.2.1. Descàrrega de mercaderies

S'engloba dins el procés de recepció. En aquest procés es comprova de forma visual que el gènere ha arribat en bon estat (no arriba colpejat). Si tot és correcte es segella el taló al transportista i s'accepta la mercaderia i, en cas contrari, s'indica la incidència. El material es deixa en la zona de recepció per a la posterior inspecció.

5.2.2. Inspecció i acceptació

És la segona i última fase del procés de recepció. El procés és el següent:

1. Comprovar que la quantitat servida sigui la mateixa que la quantitat demandada. Al mateix temps assignar mitjançant una matrícula de palet, la quantitat exacte que va a cada un.
2. El departament de qualitat analitza una mostra aleatòria dels diferents productes rebuts. En cas de mal estat es rebutja el material.
3. Finalment els palets, es deixen a la zona de recepció, per a la posterior col·locació a

les diferents ubicacions del magatzem.

5.3. Emmagatzematge

Un cop recepcionats correctament, els productes són emmagatzemats a les diferents estanteries en funció del seu estat (defectuós o bon estat).

La metodologia per a realitzar el procés d'emmagatzematge dels gèneres servits pels proveïdors i fàbriques està esquematitzada en el diagrama següent. Figura 5.4

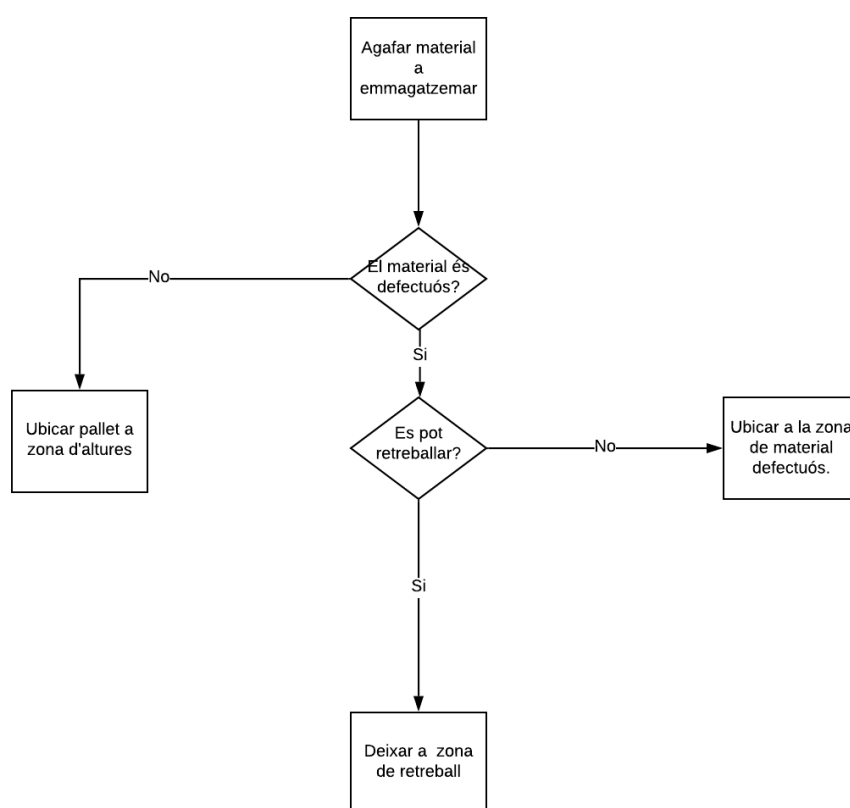


Figura 5.4 Esquema procés emmagatzematge (font: elaboració pròpia)

Els palets són col·locats en prestatgeries de manera aleatòria segons la ubicació designada pel sistema, és per això que es coneix com a Sistema Caòtic, mentre que els productes a nivell ergonòmic posseeixen una ubicació específica i fixa.

5.3.1. Reposició de material

El procés de reposició consisteix en el moviment dels productes de les zones d'altura dels passadissos fins a les zones de Picking.

En el software estan definits per a cada referència, al màxim de quantitat que hi cap a la ubicació i quin és l'estoc mínim per a que es llanci un moviment de reposició. Quan a la zona de picking s'arriba a l'estoc mínim es genera un moviment de reposició sobre el material ubicat a l'altura per ser col·locat a la zona de picking. Aquests moviments es regeixen pel criteri FIFO (*First In First Out*), d'aquesta manera el material més antic ubicat en altura és el que es col·loca a la zona de picking per a ser consumit.

Aquest concepte només canvia quan es col·loquen devolucions dels diferents, passant a regir-se pel criteri LIFO (*Last In, First Out*) facilitant la col·locació d'aquests productes esmentats.

5.4. Preparació de Comandes

La preparació de les comandes es duu a terme mitjançant el terminal de radiofreqüència. Les comandes es preparen segons client i aquestes poden demanar, caixes, estoigs o unitats. Les dimensions de les comandes poden ser molt variades, des de comandes de només una línia, fins a comandes de més de 100 línies.

L'operari del magatzem segueix les indicacions del terminal de radiofreqüència. El procediment de picking té els següents passos.

En el cas del magatzem nacional:

1. En primer lloc s'indica la ubicació d'on s'ha d'agafar el producte que demana. I l'operari ha de confirmar la posició llegint el codi de barres indicat.

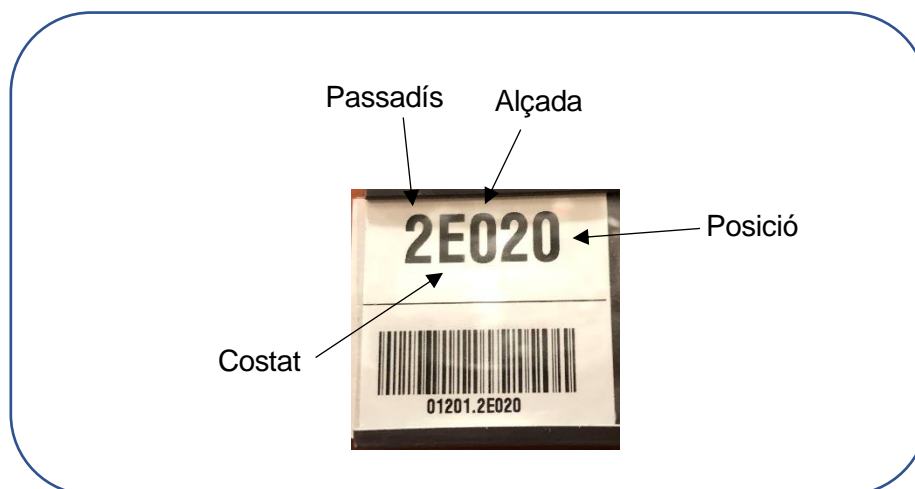


Figura 5.5 Ubicacions del magatzem (font: Famatel)

2. En segon lloc es llegeix el codi de barres del producte en qüestió i el terminal indica la quantitat exacte que s'ha d'agafar.



Figura 5.6 Codi de barres producte 3203-TBD (font: Famatel)

3. Després, cal indicar on es deixa el material agafat. Si el material que s'ha agafat, equival a caixes completes es deixen directament al palet. Si per contrari, representa estoigs o unitats, s'han d'ubicar dintre una caixa de cartró, ja que aquestes no es poden expedir de manera unitària.
4. Per acabar, s'imprimeixen les etiquetes de transportista i es deixa la comanda preparada a la zona d'expedició de comandes de nacional per, més endavant, procedir a la càrrega de camió.

Cal esmentar, que quan un material no es troba ubicat a la zona de picking, però si a la zona d'altura (no ha donat temps a fer la reposició), l'operari ha d'esperar i demanar a l'encarregat del carretó a l'elevator, que baixi el palet ubicat a l'altura per així seguir amb la comanda. Aquest fet, és un dels grans desapropitaments (MUDA) del magatzem.

En el cas del magatzem de Leroy:

1. En primer lloc s'indica la ubicació d'on s'ha d'agafar el producte que demana. I l'operari ha de confirmar la posició llegint el codi de barres indicat.
2. En segon lloc es llegeix el codi de barres del producte en qüestió i el terminal indica la quantitat exacte que s'ha d'agafar.
3. Després, cal indicar on es deixa el material agafat. En aquest cas, gairebé en la totalitat

de les línies de les comandes les quantitats demanades equivalen a estoigs i unitats, és per aquest motiu que sempre s'ubica el material en caixes de cartró.

4. Per acabar, es deixa la comanda preparada a la zona d'expedició de comandes de Leroy per, més endavant, procedir a la càrrega de camió. És molt important separar les comandes que van amb el trànsit de Madrid i les que van amb el trànsit de Barcelona.

6. Anàlisi gestió d'estocs

Els principals problemes del magatzem d'estudi són per una banda la gestió dels estocs i per l'altra banda el temps de preparació de les comandes.

Pel què fa l'emmagatzematge d'estoc, el principal problema és el sobreestoc en el magatzem i com a conseqüència la saturació d'aquest. La experiència personal i dels treballadors ratifica aquest fet, però la falta de dades fa molt difícil poder-ho justificar numèricament.

De manera paral·lela, aquest excés de material provoca que en algunes ocasions s'hagin d'ubicar palets recepcionats a la zona dels passadissos, ja que les ubicacions estan totes ocupades. Aquesta pràctica provoca un augment del temps de preparació de les comandes de manera considerable, atès que els preparadors de comandes han d'apartar els palets per poder accedir al material. És difícil quantificar de manera exacte el cost que suposa aquest ineficiència.

Degut aquests problemes l'equip directiu s'ha plantejat adquirir un magatzem més gran, però les inversions fetes en la compra d'un magatzem nou destinat a les exportacions, deixa aquesta opció a un termini llarg. És per aquest motiu que es volen centrar els esforços en millorar el rendiment del magatzem de Montcada centrant-se en optimitzar i millorar els processos que es duen a terme.

6.1.1. Anàlisi taxa de servei

Per comentar l'històric de nivell de servei, s'utilitzarà el programari Qlik Sense, des d'on es poden extreure les dades del servidor intern de Famatel. En el nostre cas s'estudia el nivell de servei per les comandes de nacional, que són les servides des de el magatzem de Montcada.

El nivell de servei és un indicador que es calcula com:

$$\text{Nivell Servei} = \frac{\text{Comandes Servides a temps}}{\text{Total de Comandes servides}}$$

Al gràfic de la figura 6.1 es pot veure el resum per mesos durant l'any 2019.

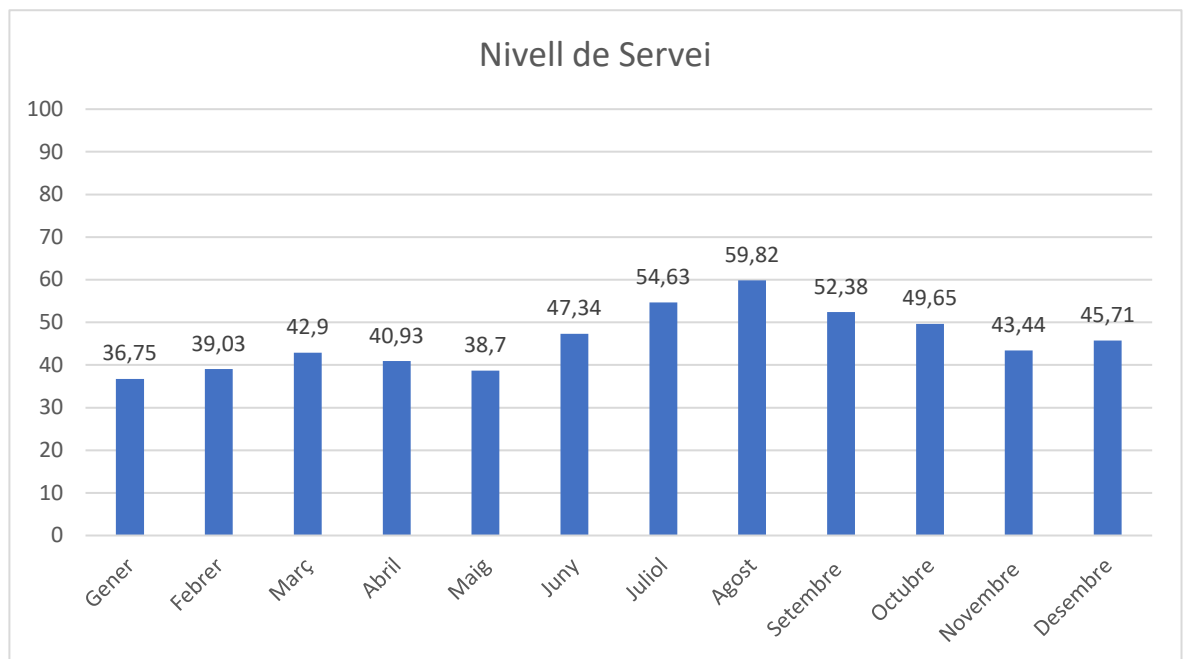


Figura 6.1 Nivell de servei Famatel any 2019 (font: Qlik sense FME)

Com es pot observar el nivell de servei de Famatel per les comandes de nacional és considerablement baix. Aproximadament una de cada dos comandes es serveixen amb retràs.

Pel què respecte el departament de logística, s'estima que un 72% de les vegades que no es serveix una comanda al termini establert és per culpa del magatzem de Montcada, és a dir, es disposa del material, però aquest no s'ha servit a temps. L'altre part representa a una mala planificació de la producció i de les compres de material.

Coneixent la situació, un dels principals objectius que s'ha marcat l'equip directiu és augmentar aquesta xifra.

En el present projecte es posarà èmfasi en primer lloc a millorar la gestió d'estocs i després a corregir els processos interns del magatzem per augmentar la capacitat.

6.2. Anàlisi ABC dels productes

Per a poder centrar-nos en quines són les referències que tenen una major importància en el magatzem de Montcada, s'ha procedit a fer un anàlisi ABC dels productes.

L'anàlisi ABC és un sistema que s'utilitza per a dissenyar la distribució d'inventaris en magatzems. L'objectiu d'aquesta metodologia és optimitzar l'organització dels productes de tal forma que els més atractius i sol·licitats pel públic es trobin a un abast més directe i ràpid. Amb això es redueixen els temps de cerca i s'augmenta l'eficàcia.

És a dir, l'anàlisi ABC suggereix classificar les mercaderies, situant les més demandes en els punts més pròxims del magatzem.

L'origen d'aquest concepte va començar a formar-se arran de les declaracions que va realitzar Wilfredo Pareto, sociòleg i economista italià, que el 1897 va afirmar que la demanda no està distribuïda de manera uniforme entre els articles d'un inventari. Així, els que més es venen superen àmpliament als altres. L'anomenada regla 80 / 20 , també coneguda com a Anàlisi de Pareto.

Classe A: l'estoc inclourà generalment articles que representen el 80% del valor total d'estoc i 20% del total dels articles.

Classe B: els articles que representen el 15% del valor total d'estoc i 30% del total dels articles.

Classe C: els articles que representen el 5% del valor total d'estoc i 50% del total dels articles.

Una vegada agrupats els productes, cada categoria es gestionarà de manera diferent, sent necessari dedicar més atenció i recursos als articles de la categoria A, menys als de la B i encara menys als del grup C.

A continuació s'ha procedit a fer un anàlisi ABC dels productes de l'empresa Famatel que s'expedeixen des del magatzem de Montcada i Reixac.

Com s'ha esmentat anteriorment, l'anàlisi ABC en la seva majoria, es fa sobre el valor de l'estoc, però en el cas treballat, s'ha procedit a fer la valoració, analitzant els moviments de picking que es fan sobre cada producte, és a dir, les vegades que s'ha d'anar a buscar aquest producte per a preparar les comandes. Cal remarcar que aquests productes coincideixen

també amb els que tenen un major consum.

L'empresa Famatel treballa amb més de 3000 referències, però en el magatzem de Montcada es treballa amb aproximadament 2000 d'aquestes. La resta són referències d'exportació.

Per a fer l'anàlisi ABC, s'han pres les dades de producció de l'any 2019. La previsió de les vendes en un curt i mig termini es preveu que mantingui la mateixa proporció. Dit d'una altra manera, els productes amb més moviment de rotació es preveu que siguin els mateixos en els pròxims anys.

La taula 6.1 mostra la classificació segons rotació ABC dels articles, 202 són A (alta rotació), 274 són B (mitja rotació), 1125 són C (baixa rotació).

	A	B	C	TOTAL
REFERÈNCIES	202	274	1125	1610

Taula 6.1 Total referències segons ABC (font: elaboració pròpia)

En el gràfic de la figura 6.2 s'observa el comportament semblant al diagrama de Pareto de les referències.

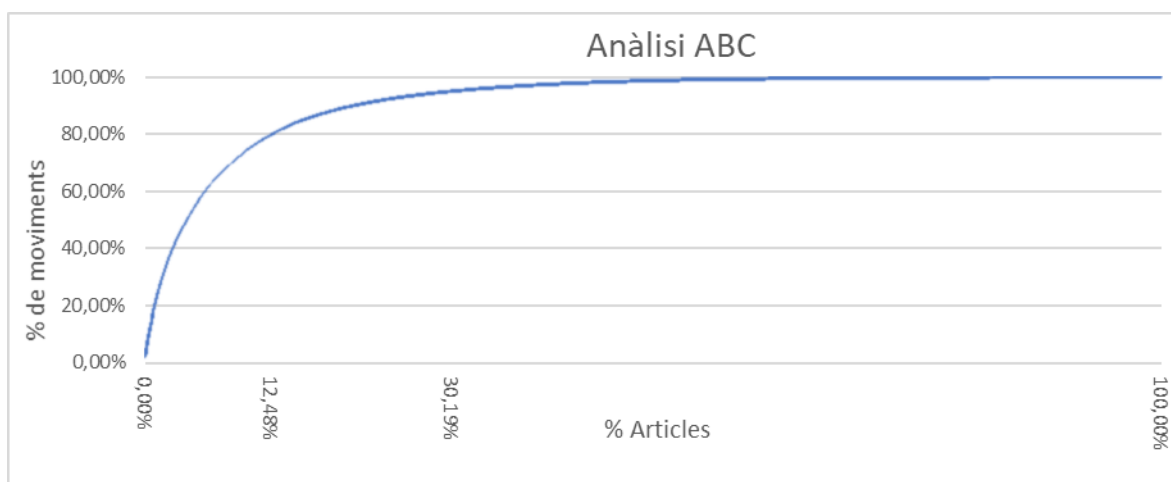


Figura 6.2 Diagrama Pareto de les referències segons ABC (font: elaboració pròpia)

6.3. Gestió d'estocs actual

Actualment l'empresa segueix una política de gestió d'estocs tradicional, basada en la producció en massa. Aquesta filosofia considera que disposar d'estoc és saludable i col·labora a millorar la productivitat. El raonament és que, la seva mera existència, no solament no impedeix produir al màxim, sinó que ho facilita, en evitar que els llocs de treball s'aturin per falta de materials.

En efecte, podem comparar el nivell d'estoc amb el cabal d'un riu. Quan una empresa redueix els seus nivells d'estoc (és a dir, redueix el nivell de l'aigua) en tot el procés productiu i/o comercial, en una gran proporció i d'una forma continuada, pot sofrir l'anomenat efecte riu: l'aigua deixa veure les roques que interfereixen al procés. Per exemple, en ajustar al màxim els nostres nivells d'estocs a la demanda, l'empresa pot descobrir defectes de qualitat, terminis de lliurament excessius, que la producció és poc flexible, que el transport ineficient; problemes que fins llavors desconeixia o als quals no parava esment. Com que posa al descobert els problemes, aquest fenomen té un efecte molt beneficiós en l'empresa, ja que surten a rel·luir totes les ineficiències abans emmascarades per un estoc sobredimensionat o excessiu.

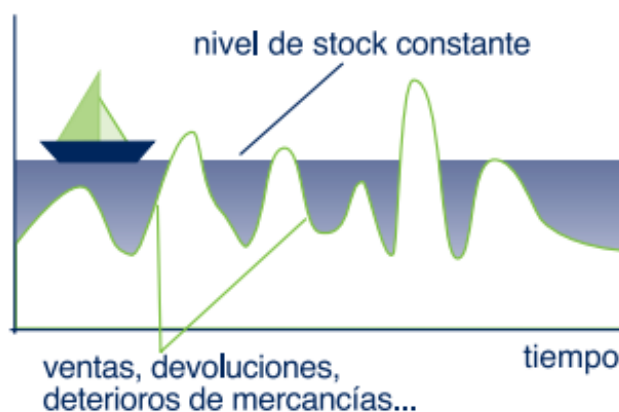


Figura 6.3 Fenomen efecte riu

En el cas d'estudi, aquesta filosofia provoca una saturació límit del magatzem on en algunes ocasions s'han d'ubicar palets al terra, en els passadissos, dificultant així el treball de picking i augmentant el temps de preparació de les comandes. Tanmateix, provoca un estoc excessiu

d'algunes referències i molt poc estoc d'algunes altres, fet que provoca servir a clients comandes incompletes, o depèn les condicions contractades, no poder servir comandes.

Sent conscient d'aquesta ineficiència l'empresa vol fer un canvi de mentalitat i adoptar una filosofia més moderna, una filosofia basada en conceptes Lean.

El concepte de Lean (esvelt), va més enllà d'una metodologia o d'un conjunt d'eines que s'apliquin de forma aïllada. Es tracta més aviat d'una filosofia o manera de pensar per a la millora contínua.

Segons el Lean Enterprise Institute la idea central d'aquest model és crear màxim valor possible, des del punt de vista del client, amb el menor consum possible de recursos (és a dir ajustats), usant el coneixement i habilitats de la gent que fa el treball.

El principal benefici de "Lean", a més de millorar la valoració del client, està en la reducció de desapropietaments o balafiaments (per a reduir els costos i el lead-time), així com la reducció dràstica d'inventaris.

Pel que fa el magatzem de Montcada i Reixac, es vol adoptar una filosofia que permeti en primer lloc, evitar el la ruptura d'estoc i en segon lloc, minimitzar l'estoc emmagatzemat. És per aquest motiu que es procedeix a fer un estudi de la gestió d'estocs del magatzem amb l'objectiu de trobar la solució més eficient a nivell de productivitat i també de costos.

6.4. Proposta gestió estocs

Com s'ha esmentat en l'apartat anterior, Famatel gestiona el seu estoc seguint una política tradicional de producció en massa.

En aquest present treball, es vol estudiar un escenari de manera que els estocs es gestionin de forma periòdica pels productes amb més demanda (A) i treballar per punt de comanda amb els productes amb menys demanda (B) . Quan s'hagi de demanar un producte B, s'aprofitarà el transport periòdic que es té pel transport de productes A. Es fa servir aquesta política degut als contractes de periodicitat que té l'empresa amb els proveïdors i empreses de transport.

6.4.1. Aprovisionament periòdic

Aquest model de gestió d'estocs consisteix en realitzar la comanda d'aprovisionament en períodes prefixats, iguals i coneguts. La quantitat a demanar a cadascun d'aquests períodes és variable i es calcula en funció del nivell d'estoc que es desitja tenir, cobertura. Aquest model té l'inconvenient que reacciona pitjor a les fluctuacions de la demanda.

En tot model d'aprovisionament periòdic s'hauran de fixar dos paràmetres:

- Període d'aprovisionament (T).
- Nivell d'estoc desitjat o cobertura (S).

El període d'aprovisionament (T) dependrà de factors com:

- La demanda (D).
- Costos de llançament de comanda (C_L)
- Costos de possessió. (C_S)
- Costos d'adquisició. (C_A)
- Possibles descomptes per quantitats.
- Sincronització amb proveïdors i/o clients.

El nivell d'estoc desitjat o cobertura (S) haurà de complir:

- Servir convenientment la demanda durant el següent període de revisió (T) més el termini d'entrega (L) minimitzant possibles ruptures en el servei degudes a la variabilitat en excés de la demanda.

La definició d'aquests dos paràmetres permet aportar una gran estabilitat al model, motiu pel qual l'aprovisionament periòdic és el més adequat si es vol gestionar un gran nombre de productes i/o referències, cas de l'empresa Famatel.

6.4.1.1. Definició de paràmetres i notació bàsica

- Període d'aprovisionament (T): periodicitat en que es realitza comanda
- Termini d'entrega (L): temps entre que es realitza comanda i el producte és rebut al magatzem.
- Cobertura (S): nivell d'estoc desitjat.
- Demanda (D): demanda mitja durant un període (any, setmana, dia,...)
- Demanda mitja durant termini d'entrega (μ_L): demanda mitja entre que es realitza comanda i el producte és rebut al magatzem.
- Estoc mig (sm): volum mig d'existències en un magatzem durant un període de temps.
- Estoc de seguretat (ss): nivell extra d'estoc que es manté en un magatzem amb l'objectiu de reduir les incerteses que es produeixen en la demanda.

En la figura 6.4 es mostra el cicle d'aprovisionament periòdic on es poden observar els diferents paràmetres definits anteriorment.

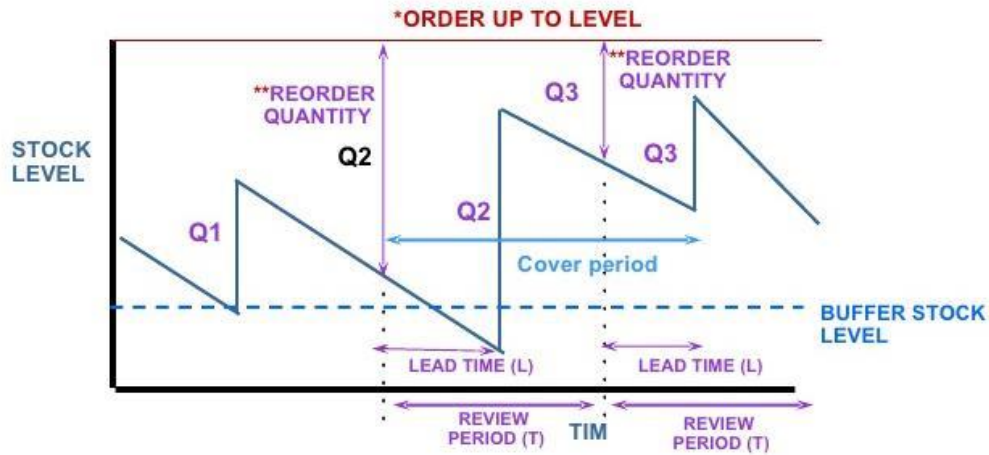


Figura 6.4 Cicle aprovisionament periòdic

Els diferents nivells d'estoc es relacionen de la següent manera:

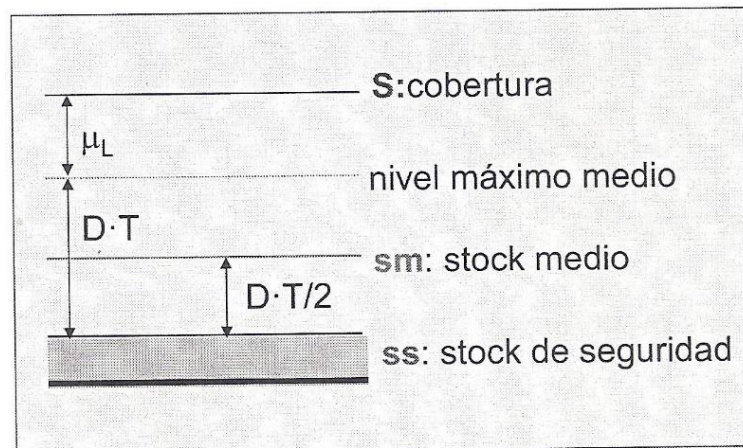


Figura 6.5 Esquema de nivells d'estoc en un model de gestió d'estocs per aprovisionament periòdic (font: ETSEIB)

De l'esquema anterior (Figura 6.5) se n'extreuen les següents relacions:

$$S = ss + D \cdot T + \mu_L$$

Eq 6.1

$$sm = ss + D \cdot \frac{T}{2} = S - \mu_L - D \cdot \frac{T}{2}$$

Cal tenir en compte que la relació de l'estoc mig només és vàlida si es considera diferida la demanda insatisfeta, és a dir, si al no poder satisfer una demanda aquesta es tradueix en el retard del servei per al client fins que se'n tinguin existències.

Si la demanda insatisfeta deriva en la pèrdua d'aquesta venda, l'estoc mig pren un valor lleugerament diferent:

$$sm = S - \mu_L - D * \frac{T}{2} + y(S.T) \quad \text{Eq 6.1}$$

On $y(S,T)$ és la demanda mitja no atesa per cicle.

6.4.1.2. Càlcul de l'estoc de seguretat

De la primera fórmula (Eq. 6.1) se n'extreu que la cobertura és el sumatori de tres factors:

- La demanda mitja durant el període d'aprovisionament ($D*T$).
- La demanda mitja durant el termini d'entrega (μ_L).
- L'estoc de seguretat o de protecció (ss).

Aquest últim el podem definir com el volum d'existències per sobre del que normalment es necessita, amb l'objectiu de fer front a la variabilitat en excés de la demanda o per retards imprevistos de l'entrega de comandes.

L'estoc de seguretat es calcula de la següent manera:

$$ss = Ks * \sigma * \sqrt{T + L} \quad \text{Eq 6.2}$$

On:

- Ks : coeficient de seguretat o de nivell de servei. Recull el risc de ruptura a assumir per variabilitat de la demanda. S'extreu de les taules corresponents a la llei de la demanda i ve determinat per l'empresa.
- σ : desviació tipus de la demanda durant el període considerat.
- T : període d'aprovisionament.
- L : termini d'entrega.

Al no disposar de dades exactes per poder justificar si la demanda és diferida o perduda a Famatel, s'estudiarà el cas més crític: demanda perduda o demanda no atesa per cicle.

6.4.1.3. Càlcul de la mitjana no atesa per cicle

En l'escenari de demanda perduda per ruptura (Eq. 6.2) apareix el terme o demanda mitja no atesa per cicle. Per a calcular aquest paràmetre es necessita saber la llei de distribució que segueix la demanda (Llei de Poisson, Llei discreta, Llei Normal, Llei uniforme, Llei Erlang-2,...) així com els costos associats al procés de gestió dels estocs.

Es comença calculant la proporció de cicles amb ruptura, coneguda com a $H(S,T)$:

$$H(S,T) = \frac{CS * T}{CR + CS * T} \quad \text{Eq 6.3}$$

On:

- T: període d'aprovisionament
- CR: Cost de ruptura. En aquest cas el marge o diferència entre el preu de venda i el preu de compra o adquisició (CA)
- CS: cost de possessió. Cost associat a la creació i manteniment en estoc del producte així com dels costos de l'assegurança. Es calcula com el producte del cost d'adquisició (CA) per la taxa de possessió (i).

Amb $H(S,T)$ conegut es pot calcular el valor de $y(S,T)$ recorrent a les fórmules i a les taules corresponents a la llei de distribució de la demanda a estudiar.

Si la demanda segueix una llei de distribució Normal la demanda no atesa es calcula com:

$$y(S,T) = \sigma * \sqrt{T + L} * \varphi(t) \quad \text{Eq 6.4}$$

On:

- σ : desviació tipus de la demanda durant el període considerat.
- T: període d'aprovisionament.
- L: termini d'entrega.
- $\varphi(t)$: demanda no atesa per cicle en la llei Normal centrada i reduïda. Aquest valor s'extreu de la taula de Llei Normal que relaciona $H(t)$ amb $\varphi(t)$.

6.4.2. Aprovisionament per punt de comanda

Aquest model de gestió d'estocs consisteix en realitzar la comanda d'aprovisionament quan l'estoc arriba a un punt fixat, anomenat punt de comanda (s). La quantitat a demanar ve definida pel paràmetre Q , que és la grandària òptima del lot, la que minimitza el cost. Aquesta expressió es determina a partir del model de Harris-Wilson.

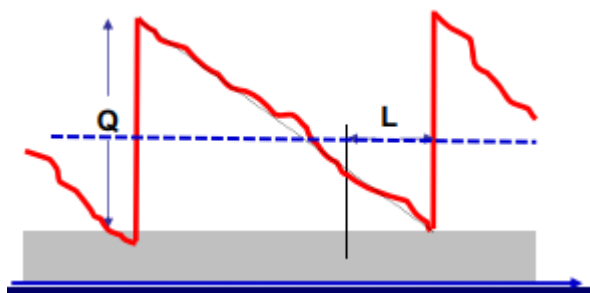


Figura 6.6 Cicle aprovisionament per punt de comanda

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot (CL + CR + y(s))}{CS}} \quad \text{Eq 6.5}$$

Els nivells d'estoc es relacionen de la següent manera. En el cas estudiat que és el de demanda perduda.

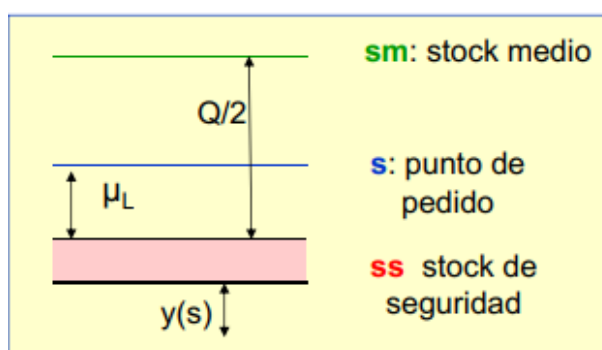


Figura 6.7 Esquema de nivells d'estoc en un model de gestió d'estocs per aprovisionament periòdic (font: ETSEIB)

$$ss = s - \mu_L$$

$$sm = ss + \frac{Q}{2} + y(s) \quad \text{Eq 6.6}$$

En tot model d'aprovisionament per punt de comanda s'hauran de fixar dos paràmetres:

- Mida óptimo del lot (Q).
- Punt de comanda (s).

Pel què fa el nostre cas, la política d'enviar palets complets, la mida del lot (Q) ve determinada i equival a la quantitat de material que hi cap en un palet europeu. És per aquest motiu que es determinarà quin ha de ser el punt de comanda seguint aquestes restriccions.

En el cas de demanda perduda, que és el nostre cas:

$$H(s) = \frac{Q \cdot CS}{Q \cdot CS + D \cdot CR} \quad \text{Eq 6.7}$$

A partir de H(S), trobar t_h i a partir de t_h , determinar S.

$$s = \mu_L + t_h \cdot \sigma_L \quad \text{Eq 6.8}$$

On:

- s: punt de comanda
- μ_L : demanda mitjana en el lead time considerat
- σ_L : desviació tipus de la demanda durant el període considerat

6.5. Identificació de la distribució de la demanda

La naturalesa de la demanda en el temps té una funció important per determinar com es maneja el control dels nivells d'inventaris. Alguns tipus comuns de patrons de demanda es mostren en la figura 6.8. Potser la característica més comuna de la demanda sigui continuar en un futur indefinit. A aquest patró de demanda es refereix com perpetuo. Encara que la demanda per la majoria dels productes puja i baixa a través dels seus cicles de vida, molts productes tenen una vida de venda que és suficientment llarga com per a ser considerada infinita per als propòsits de plantejament.

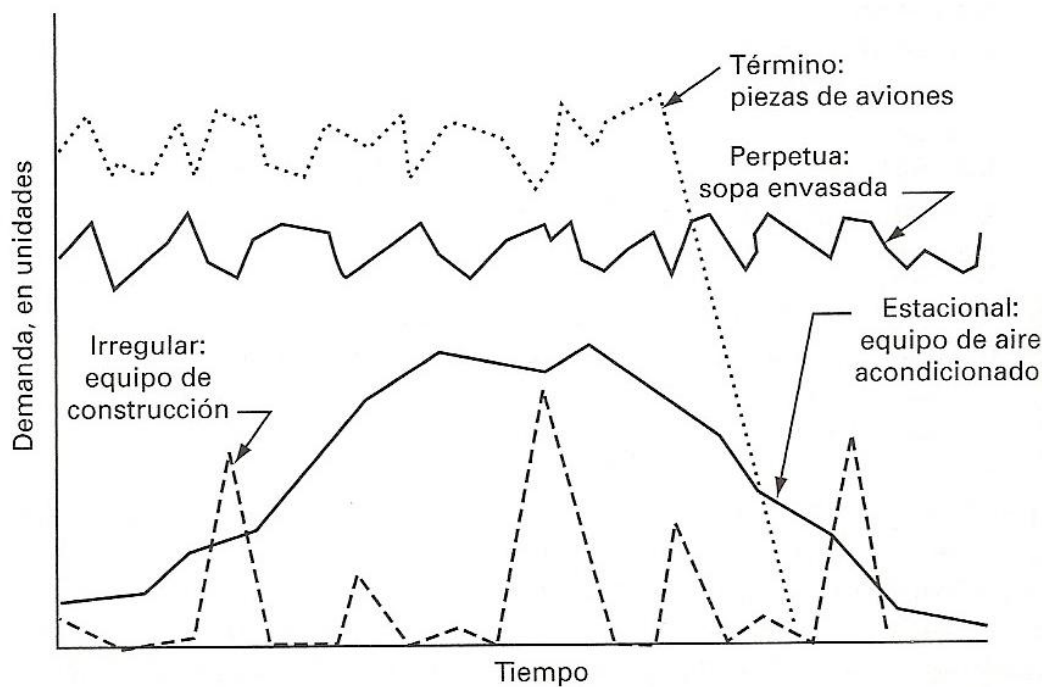


Figura 6.8 Exemple de patrons de demanda normal de productes

Dintre dels diferents tipus de demanda existents, observant el gràfic de la figura 6.8 els productes de Famatel no presenten cap tipus de caducitat a curt termini com poden presentar els productes alimentaris. Després, l'estacionalitat és nul·la ja que aquests productes es consumeixen al llarg de l'any, indistintament del mes.

6.5.1. Naturalesa de la demanda

En tots dos casos, tant per la gestió per aprovisionament periòdic com per punt de comanda, és important identificar quina llei de distribucions segueix la demanda ja que són de les quals es disposa el procediment iteratiu a fer i les fórmules a usar.

Aquestes són les següents. (figura 6.9):

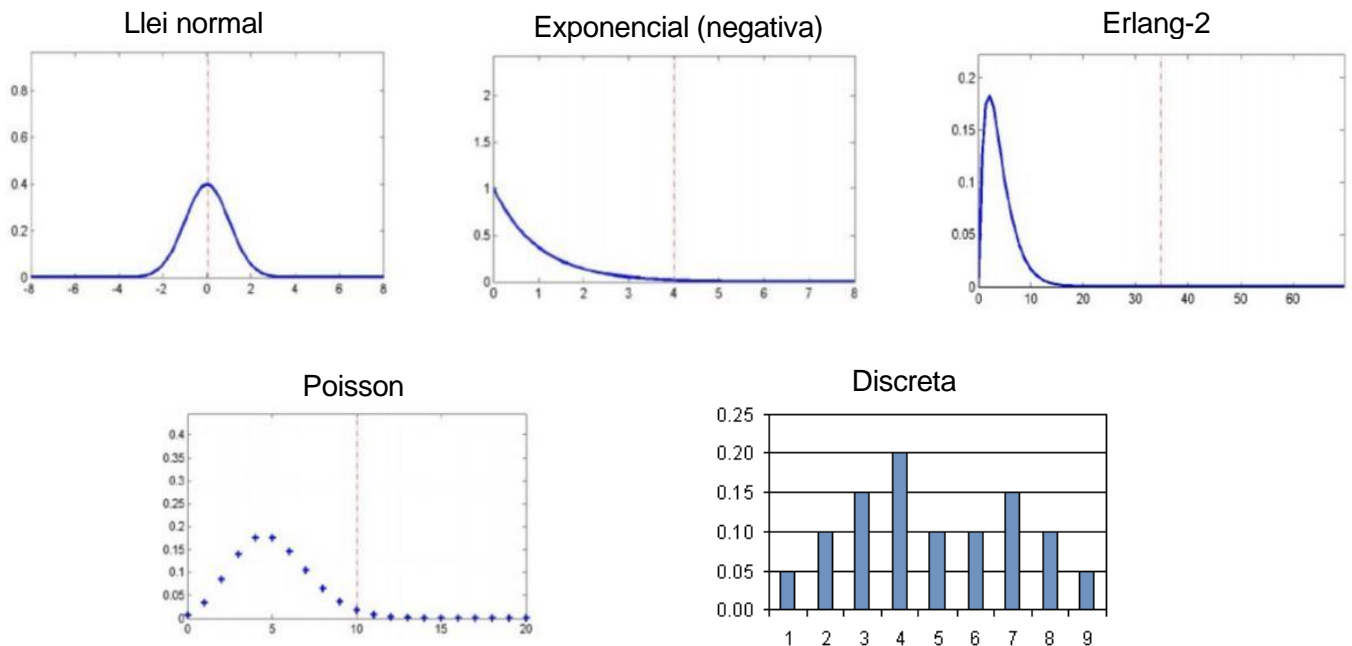


Figura 6.9 Exemples de distribució de la llei de la demanda

6.6. Càlcul gestió d'estoc

Es procedeix a fer el càlcul de l'estoc a aprovisionar de cada referència segons la seva procedència, per així conèixer l'estoc necessari de cada referència (Estoc màxim mitjà) i d'aquesta manera poder dimensionar les ubicacions, tant de picking com d'alçada del magatzem.

S'estudiaran les referències que són més rellevants pel funcionament del magatzem. Aquestes referències són les A i B vistes a l'apartat 6.2.

En la següent taula es mostra un resum d'aquestes referències i la seva procedència, característica molt important pel càlcul dels diferents paràmetres.

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Total</i>
<i>Xina</i>	72	107	179
<i>Bulgària</i>	8	51	59
<i>Itàlia</i>	30	19	49
<i>Peralta</i>	53	35	88
<i>Lliçà de Vall</i>	39	62	101
<i>Total</i>	202	274	476

Taula 6.2 Referències segons procedència i classificació ABC

6.6.1. Cost de llançament: C_L

Cada comanda que es fa a un proveïdor suposa un cost addicional al de la pròpia mercaderia (a més del cost d'adquisició). El departament encarregat de les compres té una sèrie de despeses administratives per emetre l'ordre de compra i fer-se càrrec de la seva expedició. També cal pagar el transport de la comanda i la seva recepció, les assegurances, els impostos, etc.

En el nostre cas, aquesta dada ha estat calculada a partir del temps invertit a emetre l'ordre, el cost del transport i el temps de recepció d'una comanda.

6.6.2. Cost adquisició: C_A

És el preu de compra de l'empresa al proveïdor per l'article determinat, en cas de fabricació pròpia, és el cost de fabricació del producte. Aquest valor està detallat en la base de dades proporcionada pel departament de compres i finances i el departament de producció.

6.6.3. Cost possessió: C_s

Cost associat a la creació i manteniment en estoc del producte així com dels costos de l'assegurança. Es calcula com el cost d'adquisició (C_A) per la taxa de possessió (i).

La taxa de possessió ha estat facilitada pel departament financer i comercial a raó d'aquests criteris:

- Cost variable d'emmagatzematge: El manteniment d'inventaris, implica la necessitat de disposar de magatzems, amb el seu personal corresponent, equip per al maneig de materials, lloguer d'espais per emmagatzematge... El percentatge sol estar entre un 0 i un 10 %.

Per les característiques de l'empresa com a un nivell estàndard, s'ha considerat un valor del 5 %.

- Risc d'obsolescència: Els canvis en els consumidors o el progrés tecnològic pot donar lloc a que un article mantingut en inventari, no tingui sortida en el mercat, lo que implica un cost molt a tenir en compte, una situació molt típica és la dels productes subjectes a modes molt efímeres, com la roba. El percentatge es calcula entre l'1 i el 5 %. És clar que els productes elèctrics no presenten una "moda" significativa. En definitiva, els productes elèctrics presenten una vida de producte llarga, Per tant, es cedeix el valor de 4 %.

- Risc de deterioració, robatoris o desperfectes: El manteniment durant un cert temps d'una determinada quantitat d'un article en inventari comporta la pèrdua de part d'aquests articles com a conseqüència de les condicions ambientals no apropiades, trencaments accidentals, pèrdues, robatoris..., el que evidentment afectarà al valor de venda del producte. En aquest cas el percentatge, s'estima entre un 1 % i un 10 %. Els productes elèctrics, al ser inorgànics no presenten cap data de caducitat. Però, com tot producte pot patir uns desperfectes o ser víctima de robatoris. A més a més alguns productes emmagatzemats, és fràgil, sobretot la gama ceràmica, el qual comporta que el risc de malmetre una peça augmenti. Per aquests motius es considera que un 6 % és un valor adequat.

- Assegurances, impostos...: Altres costs que varien amb el nivell d'estoc, tals com són les pòlisses d'assegurances, impostos... El seu valor oscil·la entre un 1 i un 5 %. Com que l'empresa no disposa de la pòlissa d'assegurances més bona del mercat, és a dir, que n'és una de nivell mig, se li atorga un percentatge del 3 %.

Així doncs només cal sumar els percentatges i s'obtindrà el que s'anomena la taxa anual de depreciació o possessió del material, la qual ascendeix a un valor del 18%/any.

6.6.4. Cost de ruptura: C_R

Si disposar de producte costa diners, més car és no disposar d'ell quan es necessita. El cost de no disposar del producte quan és requerit és difícil d'avaluar. A vegades basta demanar-li al client que torni demà, o el client accepta emportar-se un producte substitutiu. En altres ocasions la necessitat que el client té del producte li portarà a buscar un proveïdor alternatiu, i això pot portar a perdre a aquest client per a aquest producte,

a aquest client per a tots els productes que vagi a adquirir en aquesta compra, o a aquest client per sempre.

Però tots aquests costos de ruptura depenen del producte, del proveïdor i del client.

En aquest cal el calcularem com el marge o diferència entre el preu de venda als clients i el preu d'adquisició.

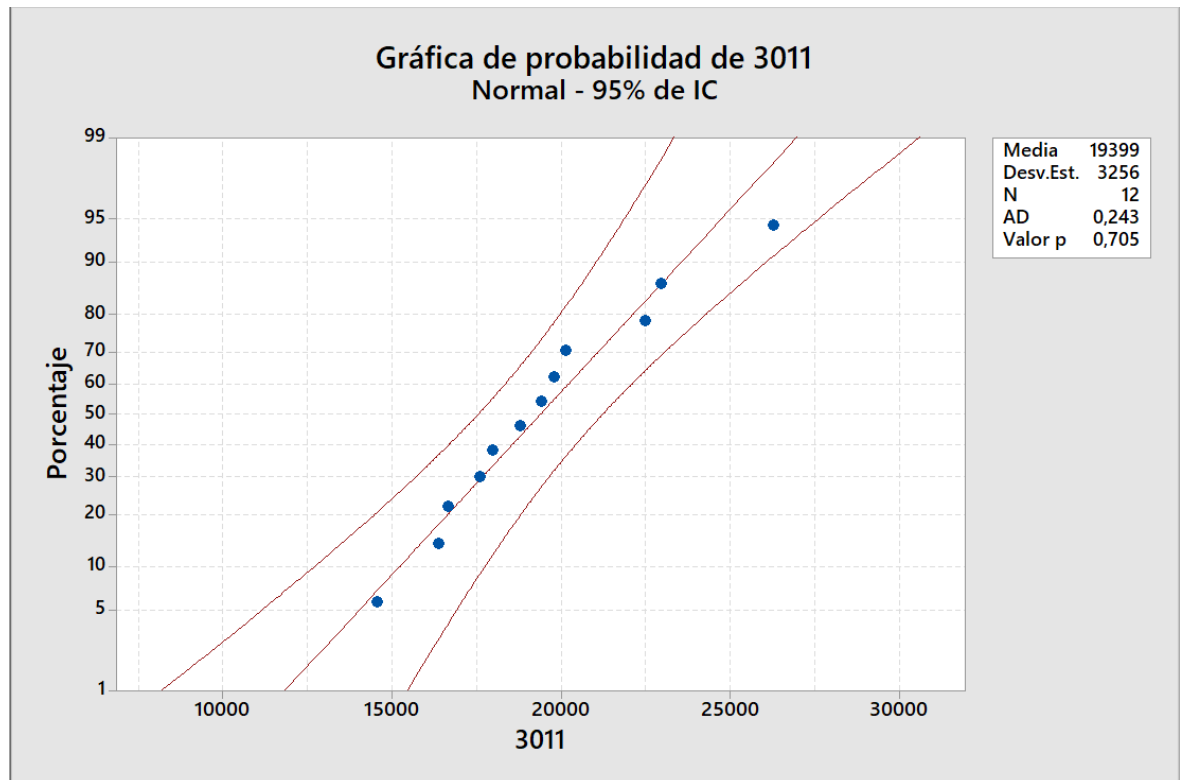
6.7. Exemple càlcul

En aquest apartat es procedeix a explicar i exemplificar el càlcul de la gestió d'estocs.

6.7.1. Predicció demanda

En primer lloc cal conèixer quina demanda té el producte i per quina llei, esmentades amb anterioritat, es regeix. Aquestes dades han estat proporcionades pel departament de màrqueting i el departament comercial, a partir de l'històric dels últims anys, i les previsions futures.

La demanda mitja mensual es regeix per una llei de distribució Normal com es pot observar en la següent imatge extreta del software estadístic Minitab. En ella es veuen els resultats d'aplicar un test de normalitat Anderson-Darling a la demanda per mesos (figura 6.3). Al obtenir un p-value superior al 0,05 (nivell de significança escollit) es conclou que la hipòtesi nul·la de que la població estudiada segueix una distribució normal no es pot rebutjar.



Taula 6.3 Test de normalitat per a la demanda mensual de 2019 realitzat amb el software Minitab

Tot i que alguns comportaments de la demanda d'algunes referències s'ajustava més a un altre tip de tendències, s'ha considerat, conjuntament amb el departament comercial, que es pot considerar que tots els productes segueixen una llei normal.

6.7.2. Càlcul

Un cop conegut el comportament de la demanda de cada referència, es va procedir a calcular els diferents paràmetres de les referències A segons la gestió per aprovisionament periòdic i de les referències B segons punt de comanda. En els següents apartats es mostra un exemple per cada cas.

6.7.2.1. Aprovisionament periòdic

En aquest apartat s'explica el procediment de càlcul per la gestió d'aprovisionament periòdic de les referències A, es procedirà a mostrar un exemple de càlcul.

Per exemplificar el mètode s'ha escollit la referència 3011 que és una caixa estanca 100x100 amb cargols i 4 cons, veure imatge 6.10.



Figura 6.10 Referència 3011

Les dades necessàries pel càlcul són les següents, mostrades a la taula 6.4, i han estat proporcionades pels departaments de compres, producció, finances i comercial.

<i>Demanda anual</i>	232.786 unitats
<i>Demanda setmanal</i>	4.476 unitats
<i>Desviació</i>	869 unitats
<i>Unitats per palet</i>	1152 unitats
<i>Cost adquisició (CA)</i>	0,47€
<i>Cost possessió (CS)</i>	0,08€
<i>Cost de ruptura (CS)</i>	0,94€

Taula 6.4 Dades inicials de la referència 3011

A banda d'això, és necessari conèixer, el període d'aprovisionament i el "Lead Time" de cada producte segons la seva procedència. En la taula 6.5 es mostra un resum d'aquestes dades.

<i>Procedència</i>	<i>T [setmanes]</i>	<i>L [setmanes]</i>
<i>Xina</i>	4	4
<i>Bulgària</i>	2	1
<i>Itàlia</i>	2	1
<i>Peralta</i>	1	0,4
<i>Lliçà de Vall</i>	1	0,2

Taula 6.5 Temps d'aprovisionament (T) i temps d'entrega (L) segons procedència. La xifra de 0,4 setmanes equival a 2 dies, i la de 0,2 setmanes equival a 1 dia.

En el cas d'exemple és una peça fabricada a la planta de Peralta, i per tant té un període d'aprovisionament d'1 setmana amb un temps entre que es fa la comanda i arriba al magatzem de 2 dies.

Un cop tenim les dades necessàries, es procedeix al càlcul amb el mètode explicat a l'apartat 6.4. Els resultats obtinguts són els següents:

<i>S (punt de cobertura)</i>	9232 unitats
<i>Sm (estoc mitjà)</i>	4759 unitats
<i>Ss (estoc de seguretat)</i>	2518 unitats
<i>Estoc màxim</i>	6994 unitats

Taula 6.6 Resultats del càlcul per aprovisionament periòdic de la referència 3011

Com s'ha esmentat anteriorment es reben palets sencers de cada referència, és per aquest motiu que al moment de fer la comanda s'aproximarà el valor del punt de cobertura menys l'estoc actual, al múltiple de palet més proper.

Pel què fa a l'estoc màxim, resultat utilitzat per calcular la capacitat necessària de cada referència al magatzem, s'aproxima al múltiple d'unitat de palet per sobre del valor de l'estoc màxim. En el cas d'exemple, l'estoc màxim és de 6994 unitats i el palet conté 1152 unitats, per tant es té un estoc màxim de 7 palets d'aquesta referència.

Un cop fet servir el procediment de càlcul per a la resta de referències, s'obté el resultat de 710 palets de capacitat necessària per a les 202 referències A. A la taula 6.7 es mostra un abstracte dels resultats. Veure taula completa a l'annex 1.

REFERÈNCIA	DEMANDA	DESVIACIÓ	S	SM	SS	ESTOC MÀXIM	PALLETS
3011	4476	869	9232	4759	2518	6994	8
3255	12449	1534	23118	10674	4444	16893	5
3102.1	17210	1870	25498	13457	4846	22056	6
3256	5918	983	11725	5810	2848	8766	5
3012	2220	305	4213	1994	883	3103	7
3203	1797	199	3272	1475	576	2373	6
3202	2725	431	5336	2612	1248	3973	6
3051	1530	132	2178	1107	342	1872	2
3102.20	1915	228	2888	1548	590	2505	11
3404	276	50	460	266	128	404	2
3002	2889	472	5701	2813	1367	4256	3
3014	832	123	1317	735	318	1150	7
3050	1719	179	2526	1323	463	2182	2
3257	2542	385	4928	2387	1115	3657	4

Taula 6.7 Taula de resultats del càlcul d'aprovisionament periòdic. Les dades de demanda i desviació són setmanals

6.7.2.2. Punt de comanda

En aquest apartat s'explica el procediment de càlcul per la gestió de punt de comanda de les referències B, es procedirà a mostrar un exemple de càlcul.

Per exemplificar el mètode s'ha escollit la referència 3205T que és una caixa d'encastar 250x250x65 amb cargols, veure figura 6.11.



Figura 6.11 Referència 3205T

Les dades necessàries pel càlcul són les següents (taula 6.8):

<i>Demanda anual</i>	6013 unitats
<i>Demanda setmanal</i>	115 unitats
<i>Desviació</i>	28 unitats
<i>Unitats per palet</i>	176 unitats
<i>Cost adquisició (CA)</i>	1,13€
<i>Cost possessió (CS)</i>	0,21€
<i>Cost de ruptura (CS)</i>	3,12€

Taula 6.8 Dades inicials de la referència 3205T

Aquesta és una peça fabricada a Peralta i per tant té un temps d'entrega de 2 dies.

En primera instància es va fer el càlcul considerant la mida de lot igual a les unitats que conté un palet. En el cas d'exemple, amb aquestes consideracions, els resultats obtinguts van ser els següents (taula 6.9):

<i>Q (mida de lot)</i>	176 unitats
<i>S (punt de comanda)</i>	75 unitats
<i>N (Freqüència de Reaprovisionament)</i>	34,16 comandes/any
<i>T (Període de reaprovisionament)</i>	1,5 setmanes

Taula 6.9 Resultats del càlcul de la referència 3205T per aprovisionament per punt de comanda

En aquest escenari, l'estoc màxim era igual al nombre de referències B, és a dir 274 palets de capacitat màxima.

La capacitat màxima és de 1164 i si es descompten els 710 palets d'estoc màxim de les referències A es queda amb 454 ubicacions lliures per referències B.

Com que la gran majoria d'articles tenen un cost de possessió petit comparat amb els costos de llançament, es procedeix a fer una segona iteració canviant el lot (Q) d'un palet a dos palets a les referències amb un període d'entrega més curt, per així disminuir la freqüència de reaprovisionament i augmentar el període de reaprovisionament.

Aquesta nou càlcul ha estat coordinat pel departament de producció i planificació, ja que per temes de capacitat i reduir costos de fabricació, necessiten fer tirades més llargues i no perdre tant temps en canvi de motlles i configuració de les màquines injectores i així, donar més temps de marge a la fabricació de peces. És per aquest motiu que en alguns casos la mida de lot no pot ser tant petita.

En el cas d'exemple, es va modificar la mida de lot a 352 unitats, 2 palets, donant com a resultat una freqüència de reaprovisionament de 17,08 comandes/any i un període de reaprovisionament de 3 setmanes.

Cal recordar que s'aprofita el transport establert per les referències A per enviar els lots de productes B. En el cas d'exemple, s'aprofitaria el transport de Peralta que ve cada setmana per enviar 2 palets de la 3205T cada 3 setmanes.

6.8. Resultats

Els resultats d'estoc màxim és de 710 palets per referències A i 338 palets per referència B. En total 1048 palets d'estoc màxim quan el magatzem té una capacitat per emmagatzemar 1164 palets a la zona dels passadissos de l'1 al 4. La resta d'ubicacions són per albergar la tota la resta de referències que no tenen tant impacte en els procediments del magatzem.

El principal objectiu ha estat trobar una manera d'organitzar la gestió dels estocs coherent amb la capacitat del magatzem, intentant reduir tots els costos relacionats.

S'ha aconseguit estandarditzar una manera de treball i tenir la capacitat de programar tots els enviaments de forma controlada. A més, s'ha pogut descongestionar el magatzem reduint l'estoc emmagatzemat i alliberant els passadissos de palets que dificulten la preparació de les comandes.

Altrament, seguint amb aquesta metodologia de treball es pot planificar la producció evitant les grans tirades de fabricació i procurant disposar de l'estoc necessari per fer front al termini establert. També així el departament de compres.

A la taula 6.10 es mostra el resum dels camions que arriben al magatzem cada T determinada segons la procedència. Es calcula que cada tràiler pot portar 33 palets, però en el cas de la Xina, els palets es poden remuntar i per tant es té una capacitat de 66 palets.

	<i>Palets</i>	<i>Camions</i>
<i>Xina</i>	297	5
<i>Bulgària</i>	27	1
<i>Itàlia</i>	92	3
<i>Peralta</i>	173	6
<i>Lliçà de Vall</i>	121	4

Taula 6.10 Camions necessaris pel transports de les referències A

Pel cas de les referències B, s'aprofita el camió provinent per incloure els palets necessaris.

7. Estudi temps de picking

Una vegada analitzat el sistema de reaprovisionament i establir uns bons fonaments per a assegurar-se de disposar sempre d'estoc, sense saturar el magatzem de producte innecessari, es procedeix a fer un anàlisi més acurat del temps que es destina a la preparació de les comandes i a realitzar cadascun dels moviments de picking.

Per a poder fer aquest estudi s'ha utilitzat la informació que dona el SGA. Concretament, el sistema ens dona la informació de les comandes que s'han fet en un dia i les línies totals que s'han preparat. Amb aquestes dades es pot extreure una mitjana del temps que es triga a preparar una comanda i el temps per línia. A continuació es mostra una part de la taula 7.1, la taula completa es pot veure a l'annex 2.

DIA	COMANDES	LÍNIES	LÍNIES/COMANDA	TREBALLADORS	MIN/LÍNIA [MIN]
2/1/2020	101	1369	13,55	10	3,3
3/1/2020	107	1331	12,44	10	3,4
7/1/2020	125	1195	9,56	10	3,8
8/1/2020	148	1330	8,99	10	3,4
9/1/2020	119	1173	9,86	10	3,8
10/1/2020	138	1210	8,77	10	3,7
13/1/2020	139	1450	10,43	10	3,1
14/1/2020	133	1362	10,24	10	3,3
15/1/2020	134	1539	11,49	10	2,9
16/1/2020	155	1691	10,91	10	2,7
17/1/2020	102	972	9,53	10	4,6
20/1/2020	149	1540	10,34	10	2,9
21/1/2020	154	1674	10,87	10	2,7
22/1/2020	173	1481	8,56	10	3,0
23/1/2020	165	1523	9,23	10	3,0
24/1/2020	103	1025	9,95	10	4,4
27/1/2020	116	1249	10,77	10	3,6

Taula 7.1 Resum de les comandes realitzades durant els mesos de gener i febrer (font: SGA)

S'han pres les dades del mes de gener i febrer del 2020. Amb aquestes dades es pot concloure que de mitjana es fan 133 comandes/dia i 1392 línies/dia. Això equival a 10,54 línies/comanda.

A més a més, al magatzem treballen 10 muntadors de comandes repartits en 2 torns, 5 treballadors per torn. Sabent que cada muntador treballa 7,5h es pot determinar que en un

treballador prepara 13,3 comandes/dia i 139,2 línies/dia a un ritme aproximat de 3,3 línies per minut.

A més a més, durant dues setmanes es va proporcionar als operaris d'un cronòmetre i es va demanar que anessin apuntant el temps que trigaven a preparar la comanda, per així, poder contrastar les dades i poder assegurar que les mostres obtingudes se cenyien a la realitat.

Es van prendre dades de 200 comandes, a continuació es mostra una part de la taula de resultats, veure annex 3 per la taula completa.

LÍNIES	TEMPS [MIN]	TEMPS/LÍNIA [MIN/LÍNIA]
19	60,8	3,2
4	15,6	3,9
3	12,6	4,2
40	136	3,4
3	9,9	3,3
6	27,6	4,6
1	3,1	3,1
24	96	4
6	22,2	3,7
11	47,3	4,3
33	108,9	3,3
10	22	2,2
7	33,6	4,8
25	87,5	3,5

Taula 7.2 Estudi temps de les comandes (font: Elaboració pròpia)

Les comandes que els muntadors han de preparar són molt diverses, des de clients que només demanen una referència, fins a clients que demanen comandes de més de 100 referències. A més a més, les quantitats encomanades per referència també poden variar molt, des d' una unitat fins a moltes caixes.

Aquesta varietat en la tipologia de les comandes, fa que sigui poc demostratiu determinar quina és la mitjana de temps en la que es prepara una comanda. Altrament, dona una informació molt general i poc precisa per poder analitzar amb detall tot el procediment de picking.

És per aquest motiu, que en una segona fase es va calcular quin és el temps que transcórrer des de que es finalitza un moviment de picking, fins que es comença un altre. També es va anotar des de quina zona es començava el moviment i a quina zona s'acabava. A tall

d'exemple, si el muntador està al passadís 1 i el següent el fa al 5, és diferent que el muntador estigui al 1 i el següent moviment el faci en el mateix passadís.

Per poder dur a terme aquest anàlisi es van monitoritzar 60 comandes aleatòries durant 2 setmanes amb el SGA.

A la taula 7.3 es mostren els cops que s'ha anat d'un passadís a un altre. A la primera fila s'indica l'inici del moviment i a la columna el destí. Per exemple, en 71 ocasions, s'ha anat del passadís 1 al passadís 2 i en 68 ocasions s'ha anat del passadís 2 al passadís 4.

De/fins	1	2	3	4	5	6	7
1	41	71	35	24			
2		40	34	68	17	12	
3			28	37	33	18	9
4				34	49	36	8
5					30	44	
6						26	
7					7	5	4

Taula 7.3 Matriu de moviments. Les files indiquen l'origen i les columnes el destí

Al mateix temps es va anotar el temps mitjà que es triga en fer aquest moviment. Veure taula 7.4. El temps està en minuts.

De/fins	1	2	3	4	5	6	7
1	60	126	156	180			
2		48	102	144	156	186	
3			66	132	192	210	144
4				78	168	204	108
5					54	102	
6						96	
7					114	174	30

Taula 7.4 Matriu temps mitja dels moviments

A partir d'aquestes dades s'ha elaborat el gràfic de la figura 7.1 en el que es mostra per intervals de temps de 20 segons el nombre de moviments que s'han executat.

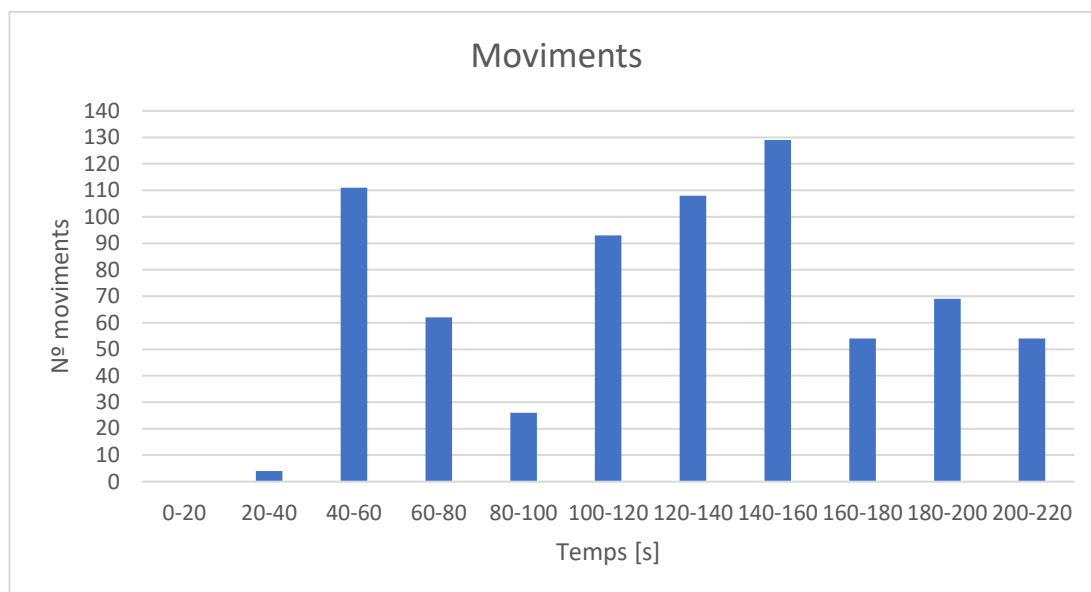


Figura 7.1 Nombre de moviments classificats en intervals de 20 segons

La majoria de moviments s'executen entre 100 i 160 segons, sent moviments de passadissos consecutius o no consecutius. Els moviments que es duen a terme amb 1 min o menys són els que tenen lloc en el mateix passadís, i són els que cal augmentar.

A la taula 7.5 es mostra en percentatge els moviments que s'han donat en funció de si han sigut al mateix passadís, al passadís consecutiu o a un passadís no consecutiu, per exemple del passadís 1 al 3 i/o del passadís 2 al 5.

<i>Moviments</i>	<i>Percentatge</i>
<i>En el mateix passadís</i>	28,59%
<i>Passadís consecutiu</i>	34,08%
<i>Passadís no consecutius</i>	37,32%

Taula 7.5 Percentatge dels moviments segons passadís

A partir d'aquest anàlisi es pot intuir que si s'aconsegueix reduir el recorregut i centrar els productes que tenen més moviments en el mateix passadís o en els més pròxims, es pot aconseguir reduir el temps que es triga a preparar una comanda, ja que es reduiran els trasllats innecessaris.

7.1. Millora recorregut picking

Tal i com s'ha vist a l'apartat 6.2, al magatzem de Montcada es treballa amb aproximadament 2000 referències i d'aquestes 202 són referències A, 274 són referències B i 1125 són referències C. El fet que la major part dels moviments es centrin en un el 29,7% dels producte (A i B) facilita la possibilitat de centrar-los en la mateixa zona.

Pel què fa les ubicacions dels passadissos, tal i com s'ha comentat a l'apartat 5.1, a cada passadís hi caben un nombre determinats de palets. Cada ubicació està destinada a emmagatzemar una referència concreta, però per a que totes les referències puguin tenir lloc a la zona de picking, algunes ubicacions contenen més d'una referència, que en aquest cas són referències C.

7.1.1. Situació actual

Actualment es segueix el camí de picking mostrat a la figura 7.2 i les referències estan ordenades en la magatzem segons família.. A partir de l'anàlisi ABC fet a l'apartat 6.2 es mostra un mapa de calor segons els moviments fets sobre cada referència l'any 2019.



Figura 7.2 Classificació les referències segons famílies

En la figura 7.2 es pot observar la distribució dels moviments que s'han fet al magatzem segons la seva referència. De color verd es representa les referències A, de color groc les referències B i de color vermell les referències C. S'observa com el camí de picking que es segueix és des de el passadís 1 fins al 7, anar baixant i pujant.

7.1.2. Nova situació

Es pretén fer una redistribució de les referències segons el criteri de moviments de picking realitzats i així concentrar les referències que apareixen de forma més freqüent en les comandes en els mateixos passadissos i d'aquesta manera reduir el temps entre moviments de picking amb la conseqüència de reduir el temps per comanda.

A partir de l'anàlisi ABC, es planteja un nou escenari pel que fa la nova distribució de les referències dintre el magatzem. S'han agrupat les referències A en els passadissos 1 i 2, ja que són els més amplis, i també a les zones més pròximes a la zona d'expedició dels passadissos 3 i 4. Cal remarcar que també s'han tingut en compte criteris com el pes i el volum

7.2. Reposicions

Un dels possibles factors que accentuen el temps entre moviments, és el fet que quan no hi ha material a la zona de picking, el moviment t'obliga a agafar material ubicat en palets que estan a la zona d'altura, per tal de servir la comanda completa. Quan es dona aquesta situació, el muntador ha d'avisar al responsable d'efectuar la reposició per a que baixi el palet d'altura i l'ubiqui a la zona corresponent.

Aquesta problemàtica provoca que el muntador s'hagi d'aturar i hi hagi una ineficiència en el procés (MUDA).

7.2.1. Operativa actual de les reposicions

Actualment hi ha una persona encarregada de les reposicions i segueix les indicacions de la RF per anar executant aquests moviments.

Hi ha 2 casos principals pels quals s'executa una reposició:

- El primer cas es dona quan en una ubicació de picking l'estoc de material que hi ha és menor d'un 20% de la capacitat màxima, el sistema genera un moviment de reposició que apareix a la RF de l'operari.
- El segon cas es dona quan a un muntador el sistema li demana agafar material d'una referència que està ubicat en un palet . En aquest cas el muntador ha d'avisar al encarregat de les reposicions i que baixi el palet indicat i reposi el material a la ubicació de picking.

Actualment, la major part de les reposicions es fan degut a la segona casuística i l'objectiu és reduir aquest nombre i augmentar les reposicions efectuades seguint el primer cas, ja que la primera operativa és la més eficient i és la que s'anticipa a la falta de material. Tanmateix, el segon cas és el que provoca les pèrdues de temps per part del muntador i per tant, és l'escenari que s'ha d'evitar.

Cal esmentar que a més a més, l'operari encarregat de les reposicions, a la vegada ha d'ubicar els palets de la zona de recepció a les estanteries pertinents y en alguns casos també ha d'ajudar a la càrrega de camió, per tant, el temps que destina a les reposicions varia molt depenent del dia.

7.2.2. Simulació de les reposicions

A partir de prendre mostres del temps de sol·licitar reposició, es va determinar que cada cop que el muntador ha d'agafar material d'un palet ubicat a una zona que no està destinada al picking, es triga aproximadament 11 min.

És difícil quantificar quants cops es demana material d'una zona d'altura, a més, degut a la pandèmia del covid-19 on l'empresa ha hagut d'aturar la seva activitat, no s'ha pogut fer un treball de camp i prendre dades i mesures d'aquest procés.

Per tant, per poder tenir una estimació d'aquest valor, s'han simulat les comandes que es van preparar cada dia durant el mes de gener i de febrer de 2020, per comprovar quants cops s'hagués hagut de demanar reposició i quant temps s'hagués hagut d'esperar el muntador a que s'efectués la reposició.

Per dur a terme aquesta simulació s'ha utilitzat el programari Python. La simulació s'ha programat seguint l'esquema mostrat a la figura 7.4, que representa de forma acurada el procés del magatzem. En tot moment es suposa que el pla d'aprovisionament és eficaç i que hi ha suficient material a la zona d'altura per efectuar la reposició.

Per inicialitzar la simulació cal definir els paràmetres inicials, en aquest cas s'introdueixen com a dades:

- Capacitat màxima de cada referència. Aquesta dependrà de les caixes que hi caben per palet i el contingut que té cada caixa.
- Estoc inicial de cada referència. Aquesta s'ha definit com un 50% de la capacitat màxima per iniciar la simulació.
- Comandes que es van preparar durant cada dia dels mesos estudiats.

A part també s'ha definit que:

- Un muntador triga 2,5 minuts en executar un moviment
- El reposador triga 11 minuts des de que es mana un moviment de reposició fins que l'executa.

Els resultats que dona la simulació són:

- En primer lloc, els cops que s'ha executat un reposició
- En segon lloc, el temps total que s'ha esperat cada usuari durant la preparació de les comandes d'un dia.

És important recordar que en situació normal, al magatzem treballant cinc muntadors i un reposador per torn, i que hi ha 2 torns per jornada, per tant la simulació s'ha dut a terme en

aquestes condicions.

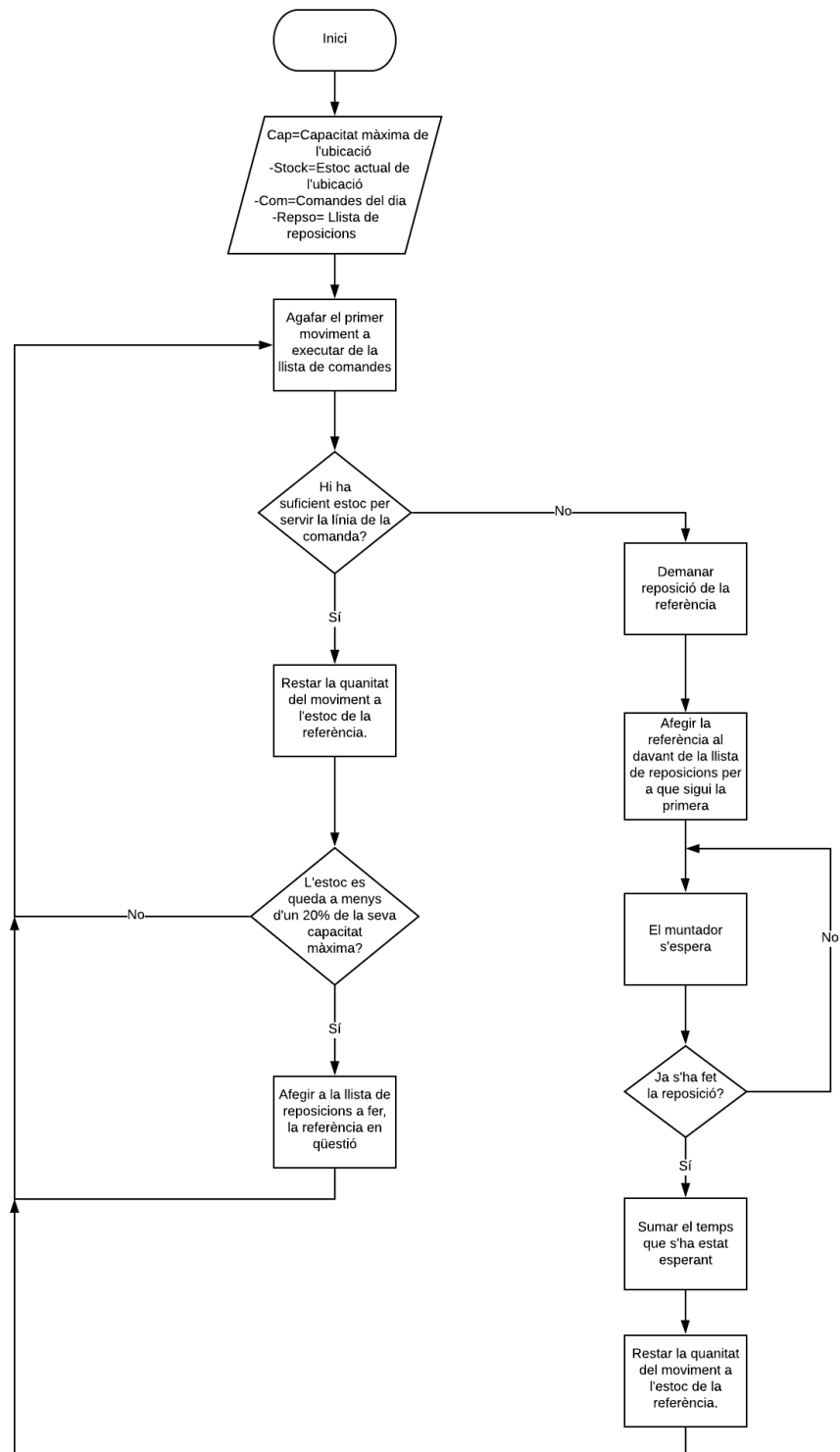


Figura 7.4 Esquema programa informàtic per simular les reposicions

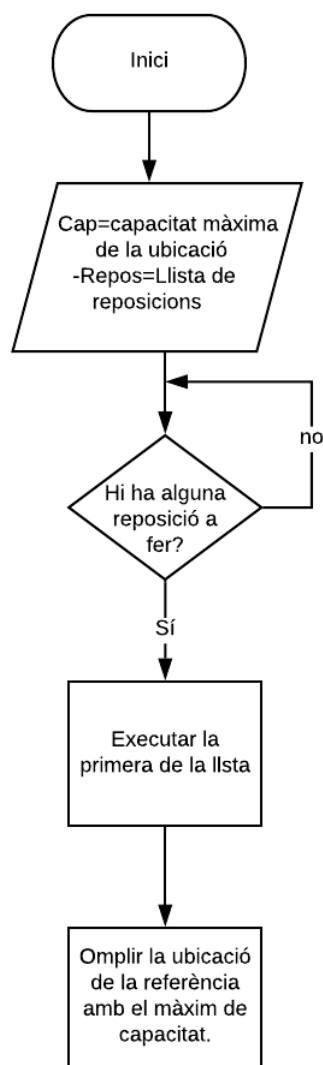


Figura 7.5 Esquema del funcionament de les reposicions en el programa informàtic

Tot i que no es poden ajustar els paràmetres exactament a l'operativa del magatzem, per exemple, hi ha moments durant el dia que el reposador no està disponible o el temps entre moviment són molt variables, els resultats obtinguts es van mostrar als treballadors i els van donar per vàlids.

Els resultats de la simulació han estat:

- El temps total d'espera per muntador és de mitja 46 min/torn.

- S'ha arribat a tenir una cua de 100 reposicions per efectuar.
- El reposador efectua una mitjana de 49,1 reposicions/dia

Durant les dues primeres setmanes de treball el reposador no ha anat saturat, però a mesura que les ubicacions s'anaven buidant i els muntadors demanaven moviments de reposició de manera prioritària, s'ha anat acumulant cua a la llista de reposicions a efectuar. Veure gràfic de la figura 7.6.



Figura 7.6 Gràfic que mostra la capacitat del reposador

Amb referència als resultats obtinguts, s'ha pogut corroborar que la gran problemàtica del procés es troba quan el reposador no té temps d'executar les reposicions que s'han llançat de forma automàtica, i la majoria de les reposicions que executa són les llançades pels muntadors. Quan es dona aquesta situació, s'arriba a un punt de no retorn en el qual el procés no és capaç d'anticipar-se a la falta de estoc de les ubicacions i son sempre els muntadors els que es troben amb falta d'estoc.

El temps mitjà que un muntador s'espera degut a la falta de material és 46 min/dia, i tenint en compte que tenen un sou mig de 8 €/h i que hi ha 10 muntadors, això suposa unes pèrdues de 61,3 €/dia. En aquesta xifra no es suma les penalitzacions que apliquen alguns clients degut a comandes servides amb retràs que poden ser provocades per la ineficiència d'aquest procés.

7.2.3. Nova proposta

Un cop coneguda amb dades la situació pel què fa les reposicions, es demostra que els resultats són negatius i indiquen una gran pèrdua de temps per esperar la reposició. És evident que s'ha d'augmentar la capacitat de reposició, que representa el coll d'ampolla, per millorar l'eficàcia del procés i efectuar més comandes al dia.

Per aquest motiu s'han plantejat diverses alternatives per millorar el procés de reposicions.

Les diverses opcions plantejades són:

1. Adquirir un altre carretó elevador.
2. Habilitar un torn de X hores abans que s'encarregui de reposar material.

Cal esmentar que es descarta l'opció de doblar la capacitat d'algunes referències A degut a la falta d'espai. Aquesta decisió deixaria algunes referències sense ubicació a la zona de picking.

L'alternativa d'adquirir un altre carretó elevador i un altre reposador per ajudar amb les reposicions es descarta de bon inici degut a la inversió que suposa tant adquirir el carretó elevador com pel fet d'assumir un altre sou. Altrament un altre carretó elevador pot dificultar el trànsit pels passadissos, dificultant als muntadors a preparar les diferents comandes.

L'opció que sembla més viable i que agrada més a l'equip directiu és habilitar un torn d'unes hores determinades al matí abans de començar la jornada laboral per efectuar reposicions.

7.2.3.1. Estudi alternativa

Es planteja l'opció de que un treballador acudeixi X hores abans (s'hauran de determinar) per a que es dediqui a efectuar reposicions, de tal manera que deixi el màxim de referències possibles a capacitat màxima. Concretament es proposa que cada dia la setmana acudeixi un treballador diferent i faci hores extres que seran remunerades.

Amb aquesta nova proposta s'evita la inversió per adquirir un nou carretó elevador i també s'evita contractar un nou treballador.

El que es pretén aconseguir amb aquesta alternativa és minimitzar el temps d'espera sense que això suposi un gran cost. Mitjançant la simulació, es busca el mínim de la equació

$$[MIN] H * C_e + min * 60 * n * C_n \quad Eq 7.1$$

On:

- H: hores prèvies a la jornada laboral dedicades a reposició
- C_e: Cost de la hora extra per treballador
- Min: mitjana dels minuts d'espera de cada muntador per dia
- N: Nombre de muntadors
- C_n: Cost hora normal per treballador

S'ha executat el programa anterior afegint cada cop 1 h més de reposicions a cada execució per veure quins serien els resultats de cada escenari (figura 7.7).

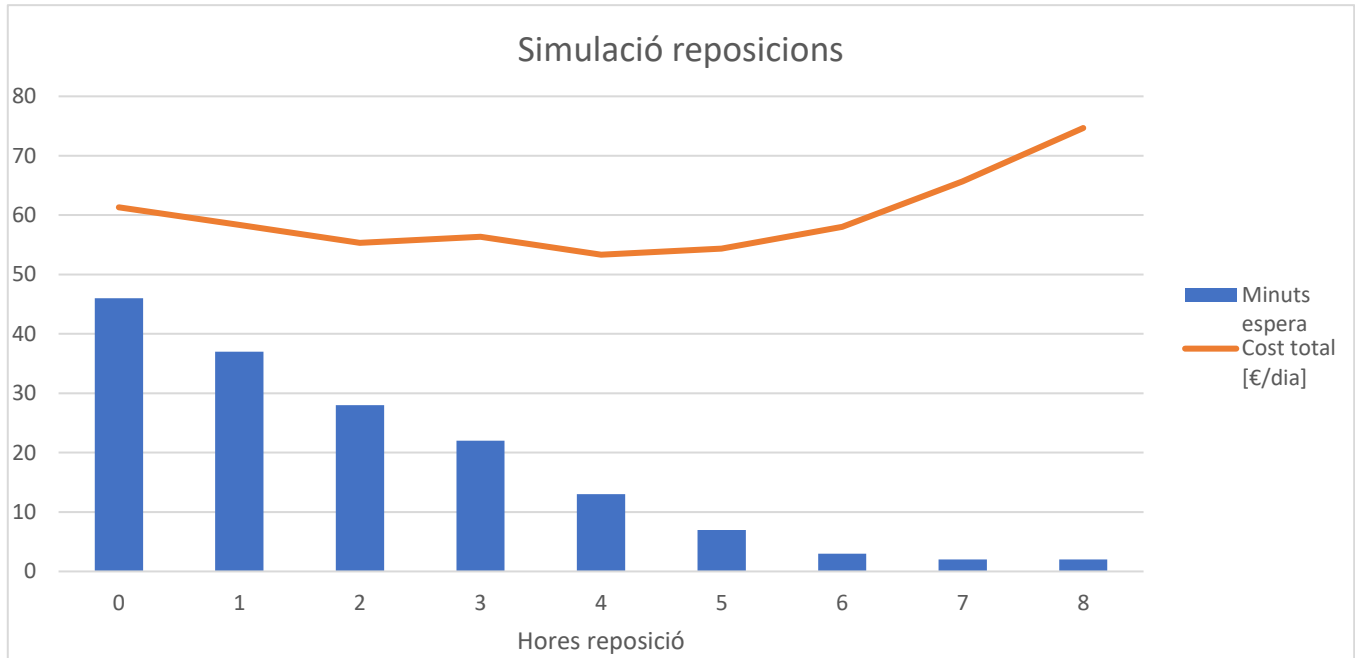


Figura 7.7 Gràfic del cost de les reposicions

Al gràfic de la figura 7.7 les barres de color blau representen els minuts d'espera mitjans de cada muntador segons les hores prèviament efectuades de reposicions. De color taronja es representa el valor de l'equació 7.1, assolint el seu mínim al valor de les 4 hores.

En aquest punt s'aconsegueix un equilibri entre les hores destinades a reposicions i les hores en les que un muntador s'espera. Concretament, els minuts d'espera mitjans es rebaixen en un 71% arribant a la xifra de 13 minuts d'espera de mitjana per muntador al dia.

En termes de costos, aquesta nova mesura implica un estalvi aproximat de 2080 €/any.

Tot i que l'estalvi econòmic directe, no és gaire significatiu, el que s'aconsegueix amb aquesta nova mesura és incrementar la capacitat del magatzem a produir més comandes al dia i de retruc es millorarà el nivell de servei, la satisfacció dels clients i es reduirà la despesa degut al cost de penalitzacions per entregues amb retràs. Tots aquests aspectes són difícils de quantificar econòmicament, però són de vital importància per fidelitzar els clients i també, aconseguir-ne de nous.

Malgrat que s'hagués assolit el valor mínim a un valor més gran de 4 hores, aquest no s'hagués considerat ja que, efectuar una jornada laboral de més de 12 hores, encara que sigui un dia

cada 2 setmanes no és viable, ni èticament ni físicament.

7.3. Increment de la capacitat

Durant la pandèmia de covid-19, l'empresa va aplicar un ERTO a la gran majoria dels treballador menys una part de la plantilla a raó de tasques de manteniment. Amb aquest escenari es va aprofitar per iniciar el projecte d'ordenació de les referències segons l'ABC, veure figura 7.3, que va durar una setmana.

A partir del mes de maig, l'empresa va tornar a l'activitat de forma gradual, habilitant només el torn de matí.

Amb aquesta nova situació es va tornar a analitzar els temps de la preparació de les comandes per conèixer l'impacte real de la nova organització, tot i que el volum de comandes era aproximadament la meitat que un dia normal.

Com s'ha comentat a l'apartat 7.1.2, es va decidir centrar les referències amb més rotació ens els passadissos 1 i 2, que són els més amplis i d'aquesta manera també evitar els desplaçaments innecessaris.

A la taula 7.6 es mostra el percentatge de moviments segons el seu origen i final.

<i>Moviments</i>	<i>Ordenació famílies</i>	<i>Ordenació ABC</i>
<i>En el mateix passadís</i>	28,59%	62,74 %
<i>Passadís consecutiu</i>	34,08%	28,94 %
<i>Passadís no consecutius</i>	37,32%	8,32%

Taula 7.6 Percentatge de mels moviments segon l'origen i el destí

El fet d'augmentar els moviments entre el mateix passadís i passadissos propers, ha provocat un disminució del temps de les comandes, veure taula 7.7.

DIA	COMANDES	LÍNIES	LÍNIES/COMANDA	TREBALLADORS	MIN/LÍNIA [MIN]
04/05/2020	102	834	8,18	5	2,7
05/05/2020	98	900	9,18	5	2,5
06/05/2020	118	938	7,95	5	2,4
07/05/2020	88	938	10,66	5	2,4
08/05/2020	72	750	10,42	5	3
11/05/2020	112	900	8,04	5	2,5
12/05/2020	60	662	11,03	5	3,4
13/05/2020	76	1023	13,46	5	2,2
14/05/2020	105	1185	11,29	5	1,9
15/05/2020	70	804	11,49	5	2,8
18/05/2020	99	1250	12,63	5	1,8
19/05/2020	85	704	8,28	5	3,2
20/05/2020	144	1407	9,77	5	1,6
21/05/2020	64	704	11,00	5	3,2
22/05/2020	76	866	11,39	5	2,6

Taula 7.7 Resum de les comandes del mes de Maig 2020

Aquesta reducció en el recorregut del picking ha tingut un efecte immediat en la producció de línies/dia, que ha incrementat en un 32,35%. En l'escenari anterior es feien 136 línies/dia i muntador i ara, amb la nova ordenació per ABC, s'aconsegueixen realitzar 180 línies/dia i muntador. Aquests augment equival a unes 30 comandes més per dia tenint en compte els 10 muntadors.

Part d'aquesta millora també és deguda al fet que els muntadors no s'han d'esperar per faltar de material. Atès que l'activitat s'ha reduït en aproximadament un 50%, l'impacte d'aquesta problemàtica és molt menor. Un cop es torni a la normalitat laboral, entrarà en vigor el nou sistema de reposicions per continuar amb aquest ritme.

A més a més, durant el mes de maig es va confeccionar una aplicació amb el programari Qlik sense que recull la informació del SGA pel que fa a localització dels moviments efectuats en el procés de preparació de comandes. D'aquesta manera es pot conèixer el nombre de vegades que el sistema ha demanat agafar material d'una zona que no és de picking.

Tal i com s'observa a la figura 7.8 un 93,2 % de les vegades es va demanar material de la zona de picking. Aquesta eina permetrà portar un major control pel què fa a les reposicions ja que

es podrà conèixer en cada moment si es demana material de la zona de picking o de zona d'alçada.

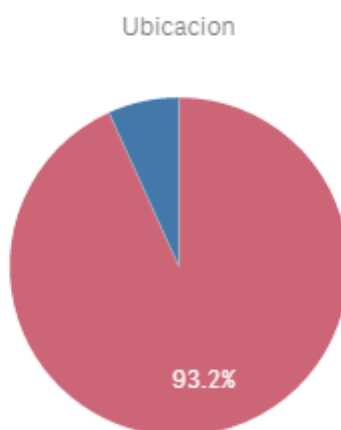


Figura 7.8 Percentatge de vegades que s'ha demanat material de la zona de picking. El color vermell correspon al picking i el color blau a una alçada

Paral·lelament, s'ha aprofitat aquesta nova ordenació que concentra la majoria dels moviments ens els passadissos 1 i 2 i també part del 3 i el 4, per millorar el procés d'emmagatzematge ja que s'ha acordat que en cas de no tenir espai per ubicar els palets a les estanteries, aquests s'ubicaran als passadissos 5 i 6 ja que son els menys transitats. D'aquesta manera en cas de tenir un pic de recepcions de material, aquest no molestarà a les tasques de picking.

Amb totes aquestes millores s'ha assolit un nivell de servei al mes de maig del 77,64%, adquirint una metodologia de treball robusta per aconseguir aquests nivells i inclús millorar-los.

8. Anàlisi d'impacte ambiental

Les propostes estudiades tenen un impacte en la mida de la compra i en el període d'aprovisionament i, en conseqüència, en la periodicitat i número de camions que transporten la mercaderia des de la fàbrica fins al magatzem distribuïdor.

Aquest fet provoca unes emissions contaminants relacionats amb aquest mitjà de transport. El càlcul del número de camions per a la metodologia de treball proposada es basa en els següents criteris:

- Es considera la totalitat de la flota de camions com a tràilers, és a dir, amb capacitat per a 33 palets. En el cas dels camions de xina com que els palets són remuntables es considera una capacitat de 66 palets.
- Cada palet pot emmagatzemar productes d'una fàbrica i presenta les mides del palet europeu (800x1200 mm) per dos metres d'alçada.
- Es realitza una simulació d'1 any per conèixer el total de camions anuals.

Amb aquests criteris i sabent per a cada article i escenari les unitats que es compren i el període d'aprovisionament, el número de camions necessaris presenta la següent forma (taula 8.1):

<i>Procedència</i>	<i>Camions</i>
<i>Xina</i>	60
<i>Bulgària</i>	24
<i>Itàlia</i>	72
<i>Peralta</i>	288
<i>Lliçà de Vall</i>	192
Total	636

Taula 8.1 Número de camions anuals necessaris segons procedència

Per fer el càlcul de les emissions de CO₂, s'ha tingut en compte que un camió de transport de mercaderies té un consum mitjà que ronda els 35 litres cada 100 kilòmetres. Tenint en

$$35 \frac{l \text{ gasoil}}{100 \text{ km}} \cdot 2,790 \frac{kg \text{ CO}_2}{l \text{ gasoil}} = 0,977 \frac{kg \text{ CO}_2}{km}$$

compte l'emissió de 2790 grams de CO₂ que genera la combustió d'un litre de gasoil.

Pel que fa els productes procedents de la xina, s'envien amb transport multimodal, és a dir marítim fins al port de Niça amb contenidors de 40 peus i després amb transport terrestre fins al magatzem de Montcada.

Cal esmentar que un cop el producte arriba al port de Niça es fa la paletització del mateix.

La resta de producte s'envia tots per medi terrestre.

La taula 8.2 mostra el càlcul de les emissions de CO₂ emeses durant un any.

<i>Centre Origen</i>	<i>Centre destí</i>	<i>Nº Camions/any</i>	<i>Km</i>	<i>Kg de CO2 emesos/any</i>
<i>Niça</i>	Montcada	60	660	38.689,2
<i>Bulgària</i>	Montcada	24	2.700	63.309,6
<i>Itàlia</i>	Montcada	72	1400	98.481,6
<i>Peralta</i>	Montcada	288	240	67.540,24
<i>Lliçà de Vall</i>	Montcada	192	25	4.689,6
Total				234.021,04

Taula 8.2 Kg de CO₂ emesos

El total de les emissions de CO₂ provocades pel transport terrestre dels és de 234.021,04 kg de CO₂ per any.

8.1. Emissions acústiques i vibracions

Es considera contaminació acústica qualsevol soroll molest que pugui produir efectes psicològics i físics nocius per una persona o un conjunt de persones. En la realització d'aquest projecte no es realitza cap procés o acció que generi aquest tipus de sorolls. És nul qualsevol possible impacte negatiu en la persona.

8.2. Generació de residus

El magatzem que s'estudia genera residus de paper, cartró, plàstic i productes elèctrics (scrap), entre d'altres. El model dissenyat en aquest projecte no implica generar residus addicionals als ja existents de la planta. És per això que es considera que el desenvolupament d'aquest projecte no genera cap tipologia de residus.

9. Estudi econòmic

El projecte realitzat només té costos associats als recursos humans que s'han dedicat, hi ha de dos tipologies:

- Cost estudiant d'enginyeria: Són les hores que ha dedicat l'estudiant en pràctiques a l'empresa per a la realització del projecte.
- Cost col·laboradors: Fa referència a les hores que han invertit persones d'empreses externes al projecte en la formació i l'ajut, al llarg del projecte, a l'estudiant en pràctiques.

Es mostra el pressupost total en la taula :

	Cost/h	Hores	Cost imputable
Estudiant enginyeria	60 €/h	600h	36.000 €
Col·laboradors	63€/h	80h	5040 €
Total	41.040 €		

Taula 9.1 Costos imputables associats a recursos humans

Finalment s'ha de tenir en compte el cost associat a l'amortització dels equips informàtics utilitzats. Segueix la següent equació:

$$\text{Amortització (€)} = CA * D * A$$

On:

- CA: cost d'adquisició (preu de compra de l'equip informàtic sense IVA).
- A: coeficient anual d'amortització segons llei d'amortització lineal. El valor es treu de: Tabla de amortización de inversiones para sociedades y autónomos en estimación directa normal de la Ley del Impuesto de Sociedades (BOE: Ley 26/2014, del 27 de Noviembre).
- D: període de dedicació mesurat en anys.

	CA	D	A	Cost imputable
<i>Equip processament d'informació</i>	300€	0,75 anys	25%	56,25

Taula 9.2 Costos imputables associats a amortitzacions

Per tant, el pressupost total del projecte és el següent:

	Cost imputable
<i>Estudiant enginyeria</i>	36.000 €
<i>Col·laboradors</i>	5.040 €
<i>Amortitzacions</i>	56,25€
<i>Total</i>	41.096,25 €

Taula 9.3 Cost imputable total del projecte

Conclusions

El control i registre de les entrades i sortides d'un magatzem esdevé una necessitat per conèixer què, quan i en quina quantitat cal abastir els productes emmagatzemats per no patir ruptures d'estoc i/o disposar de massa estoc.

La proposta analitzada en aquest projecte estableix una metodologia d'aprovisionament que s'adapta a la rotació dels productes i es centra en aquells més importants, garantint disposar sempre d'estoc tot i adaptant-se a les necessitats dels diferents centres de fabricació, de les compres i dels períodes d'aprovisionament establerts.

S'ha utilitzat dos mètodes d'aprovisionament, pel què fa les referències A s'utilitza el d'aprovisionament periòdic ja que facilita la planificació de les fàbriques, permet dimensionar la capacitat de les ubicacions del magatzem i garanteix un subministra constant. Pel què fa les referències B, s'ha pres la metodologia de punt de comanda, en la que s'ha determinat quin havia de ser el punt s, sabent que la mida de lot havia de ser múltiple a la quantitat d'un pallet.

Per altra banda, diversos autors coincideixen que el picking és l'activitat més costosa que es desenvolupa dins d'un magatzem, aquest inclou operacions que impliquen desplaçaments i activitats repetitives. En termes generals, les millores de qualitat del centre logístic relacionades amb el seu magatzem, depenen directament del procés de picking, repercutint directament a la taxa de servei i la satisfacció del client final.

Després d'estudiar el procés productiu i entendre les necessitats bàsiques d'aquest, es desenvolupen una sèrie de propostes de millora a partir de les quals s'aconsegueix una producció més eficient, així com un ambient de treball més segur i adequat per al treballador. Aquestes propostes són:

- Reorganització del recorregut de picking segons ABC: aquesta proposta permet incrementar el nombre de línies efectuades per cada muntador durant el dia, atès que s'optimitza el recorregut i es redueixen els desplaçaments innecessaris.
- Assegurar les reposicions: aquesta proposta permet corregir la falta de reaprovisionaments detectats actualment durant el procés de preparació de comandes, eliminant les pèrdues generades per la falta de material a la zona de picking, ja que el muntador s'ha d'esperar a que s'efectuï la reposició.

En general, s'han proposat una sèrie de redistribucions de les diverses operacions del magatzem. Si bé no es disposarà del temps necessari per implementar algunes de les propostes i analitzar-ne els resultats, degut a la pandèmia del covid-19, es creu que aquestes ajudaran al millor funcionament de Famatel, facilitant la gestió dels fluxos de components i

productes acabats i augmentant el percentatge de comandes servides dins dels terminis establerts.

Agraïments

En primer lloc, m'agradaria agrair el suport que m'han donat els meus companys de feina a Famatel. Treballar amb ells ha estat molt agradable i sempre m'han ajudat tant en les tasques del dia a dia com en adquirir els coneixements necessaris dins del funcionament de la mateixa.

També vull agrair al tutor d'aquest projecte, Pablo Pujadas Alvarez, pel temps i les orientacions sobre l'enfoc més adequat del treball.

Finalment, agraeixo a la meva família i a tots els meus amics el seu suport al llarg de la meva estada a l'ETSEIB. Sense ells, aquest projecte no hauria estat possible.

Bibliografia

Referències bibliogràfiques

- [1] BARTHOLDI J.J., *Warehous and Distribution Science*.(S.T. edition.). A 2007
- [2] JARVIS, J.M., MCdowell, E.D., *Optimal product layout in an order picking warehouse*. IIE Transactions, 23 (1) 93-102, 1991.
- [3] DE KOSTER, R. *Design and control of warehouse order*. European journal of Production Economics 92, 11-19, 2006
- [4] ETSEIB, DOE. *Apunts Direcció d'operacions*. Departament d'organització d'empreses. 2019
- [5] CUATRECASAS, LL. *Estoc management: el seu rol en els processos i el seu tractament d'acord amb els models de gestió*. Revista de Comptabilitat i Direcció Vol. 9, any 2010, pp. 27-45

Bibliografia complementària

- [6] EFRON, BRADLEY - *Large-Scale Inference: Empirical Bayes Methods for Estimation, Testing and Prediction*, Cambridge University Press, 2010.
- [7] AMEMIYA, TAKESHI - *Advanced Econometrics*, Harvard University Press, 1985.
- [8] CHASE, R.B., JACOBS, E.R., AQUILANO, N.J. *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. Producción y cadena de suministros*, McGraw-Hill, 2013
- [9] COLL SOLÀ, JOAN *Organització Industrial*, Edicions UPC, Barcelona, 1999
- [10] MATEO DOLL, MANEL *Organització Industrial. Exercicis Resolts*, Serveis Gràfics de Copisteria Imatge, SL Etseib, Barcelona, 2011
- [11] VOLLMAN, THOMAS E. *Manufacturing Planning and control for supply chain*, McGraw-Hill, Nova York, 2005
- [12] WALLER, D.L. *Operations Management: A Supply Chain Approach*, Cengage Learning EMEA, Londres, 2003
- [13] CHAPMAN, STEPHEN N. *Planificación y control de la producción*, Pearson Education, Mèxic, 2006.

- [14] RAMANATHAN, RAMU *Statistical Methods in Econometrics*, Academic Press, Londres, 1993
- [15] ETSEIB, *Annex models aleatoris d'estocs*. Departament organització d'empreses, Febrer 2019